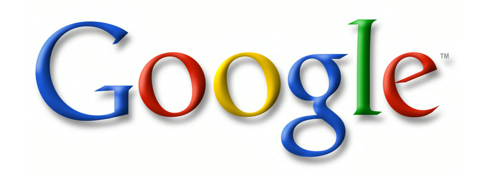
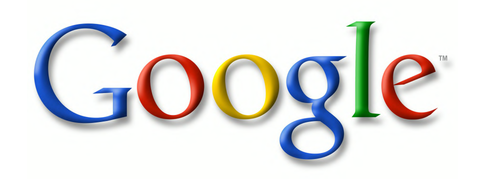
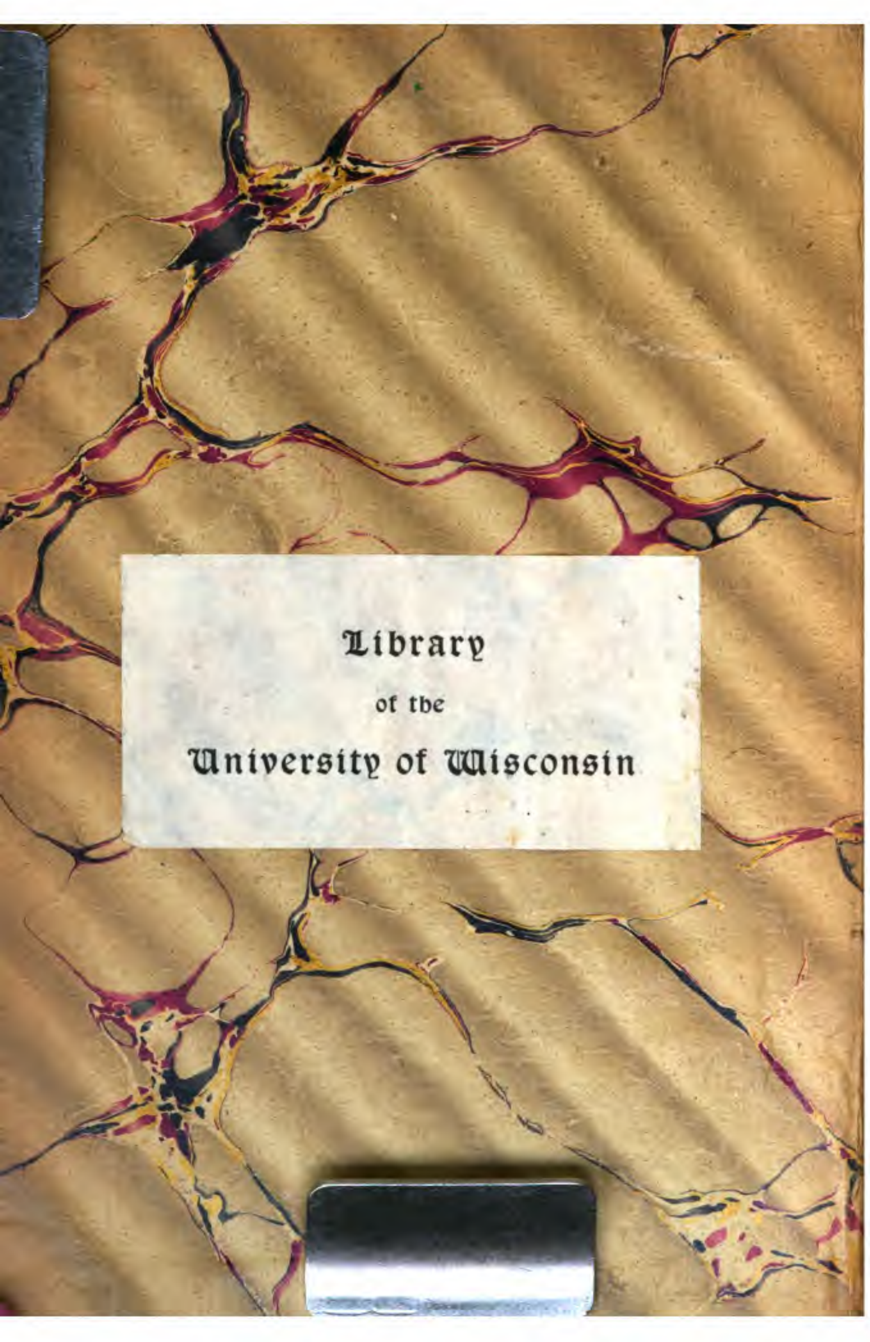

Google






Library
of the
University of Wisconsin





BIBLIOTHÈQUE

DES

SCIENCES CONTEMPORAINES

DEUXIÈME SÉRIE

II

DU MÊME AUTEUR

EN PRÉPARATION :

L'HARMONIE, *Exposé philosophique.*

BIBLIOTHÈQUE DES SCIENCES CONTEMPORAINES

LA PSYCHOLOGIE

NATURELLE

PAR

LE DOCTEUR W. NICATI

PARIS
LIBRAIRIE C. REINWALD
SCHLEICHER FRÈRES, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

1898

A M. LOUIS RANVIER

PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE, MEMBRE DE L'INSTITUT

DONT LES DÉCOUVERTES HISTOLOGIQUES
ONT OUVERT LA VOIE AUX ÉTUDES SUR LE MÉCANISME DE LA PENSÉE.

INTRODUCTION

La psychologie étant la science de la pensée, la psychologie naturelle en est la science naturelle ou physique (φύσις, nature). Je l'oppose aux errements de la psychologie courante, désespérément entachée de surnaturalisme.

Plus hardie que la psychophysique des auteurs, qui borne son étude à analyser les rapports de la pensée avec l'extérieur, la psychologie naturelle s'attaque à l'intimité même du sujet pour en pénétrer l'essence et le jeu. Elle n'est pas seulement un champ d'observations, ni un problème de relations limitées, mais elle vise à être une science physique dans toute l'étendue du terme.

Comprise de la sorte, la psychologie est tributaire de la totalité des sciences physiques : de la physique proprement dite à la chimie et à l'anatomie ; et c'est là une cause de grande difficulté par la diversité extrême des connaissances qu'elle comporte. Mais n'est-ce pas l'écueil habituel auquel se butte à chaque pas le chercheur biologiste ? Les domaines scientifiques se pénètrent incessamment les uns les autres,

et, se pénétrant, ils soulèvent les problèmes les plus spéciaux dans chaque branche. Touche-t-on à la physique générale, les questions les plus ardues se trouvent aussitôt soulevées; touche-t-on à la chimie, l'on rencontre les combinaisons les plus complexes; ne s'agit-il enfin que d'anatomie, ne voilà-t-il pas venir l'histologie avec ses minuties microscopiques!

Là n'est pas cependant la principale difficulté de ce travail, car il doit être répondu à la diversité des matières par la suffisance de l'exposé. Sa principale difficulté réside dans le point de vue objectif inhabituel auquel il a fallu se placer pour aborder des questions ordinairement réservées au domaine subjectif et dans lesquelles tous, du plus savant au plus ignorant, se déclarent quelque peu clercs. Or, rien n'est difficile comme de bâtir avec de vieux matériaux; cela est vrai, surtout de la science, dont les vieux matériaux intellectuels tendent à reproduire les anciens groupements ou préjugés. Mais il n'importe, ce sont, en somme, des obstacles comme on en rencontre en toute entreprise scientifique, et l'effort pour les vaincre doit tout au moins être tenté. Je prends, du reste, la liberté de recommander au lecteur, s'il est fatigué, de passer outre. Peut-être, après avoir pris connaissance de l'ensemble, saisissant mieux le sens et la portée de ce qui précède, ne craindra-t-il pas de revenir en arrière. Il voudra alors contrôler le bien fondé d'une argumentation

établie exclusivement sur des faits, et s'assurer que, pour être d'un exposé malaisé, ces faits n'en ont pas moins le caractère de l'authenticité expérimentale. En disant cela, je songe par-dessus tout à l'énoncé des gammes de la couleur, dont la plus simple a arraché au maître écrivain, que fut Fromentin, cette exclamation : « Ces choses terribles à énoncer en français et dont vraiment l'exposition n'est permise que dans un atelier et à huis clos, il m'a fallu les dire, puisque sans cela je n'aurais pas été compris. »

Il n'y a qu'une manière d'aborder physiquement un sujet de physique, c'est d'en étudier d'abord les détails convenablement isolés et d'en poursuivre l'explication immédiate; puis, cette première étape une fois franchie, de s'attaquer à des phénomènes de plus en plus complexes.

Ainsi avons-nous fait.

M. Hering (1) avait reproché à Helmholtz d'avoir fait la part trop grande à l'activité psychique centrale dans ses développements à la théorie des couleurs de Th. Young et proposé une théorie qui devait être plus physiologique, parce que plus rétinienne. Pas plus que beaucoup de physiologistes, nous n'avons pu le suivre dans les formules de sa foi nouvelle, et avions entrepris avec M. Macé de Lépinay une série

(1) Ew. Hering, *Zur Lehre vom Lichtsinne*. C. Gerold's sohn, édit. Wien, 1875.

de recherches sur le sujet. Elles aboutirent à des constatations nombreuses où il va être puisé abondamment, mais surtout elles éveillèrent en moi le sentiment très vif d'une lacune dans la conception habituelle de la couleur. Je songeai alors à la peinture mise au service de la physiologie et tentai de résoudre le problème, la palette à la main, aidé d'une amitié bienveillante, celle du peintre Decanis. Sur ce terrain est née la conception qu'on va lire, dont la couleur forme la base. Étude d'un praticien que les loisirs du bistouri ont entraîné dans les sentiers de la philosophie, elle est finalement éclose en des excursions solitaires sur les rochers de Provence où la nature ensoleillée joue ses plus brillantes mélodies.

Un phénomène psychologique, simple en apparence, nous a donc tout d'abord retenu : celui de la couleur. Nous en avons fait l'objet d'un examen nouveau et approfondi représentant la *psychologie sensorielle*. Pour rendre complète cette partie de la psychologie, il aurait fallu, semble-t-il, traiter de même toutes les sensations. Nous n'avons pas suivi ce plan, parce que l'argumentation générale en eût été embarrassée et parce que l'occasion nous sera donnée de combler très naturellement cette lacune aux livres de l'émotion et de l'harmonie.

Cette première étape une fois franchie, un phénomène plus important se dressait devant nous :

unité complexe, abondante en sensations diverses, que l'on appelle communément l'*individu*. Nous en avons tenté l'étude sous le nom de *psychologie individuelle*.

J'avais rêvé d'une psychologie plus vaste, embrassant, après les relations des diverses parties du même individu, les relations entre les individus eux-mêmes ou la *psychologie sociale*, et jusqu'aux relations fondamentales cosmiques qui président à la genèse de la pensée ou la *psychologie générale*. Mais une pareille synthèse m'avait entraîné hors du cadre habituel de la psychologie imposé par les besoins de cette collection. J'ai dû en réserver le développement à une autre et prochaine publication.

Les premières préparations de cet ouvrage ont été consignées dans les notes et mémoires suivants :

J. Macé de Lépinay et W. Nicati. — *Recherches sur la comparaison photométrique des diverses parties d'un même spectre* (*Annales de chimie et de physique*, 1881 et 1883). — *Recherches sur le daltonisme* (*Comptes rendus*, 27 octobre 1879). — *De la distribution de la lumière dans le spectre solaire :* méthode, phénomène de Purkinje (*Comptes rendus*, 31 mai 1880) ; *Spectre des yeux normaux* (*Comptes rendus*, 11 octobre 1880); *Spectre des daltoniens* (*Comptes rendus*, 27 décembre 1880). — *Héméralopie et Torpeur rétinienne* (*Comptes rendus*, 13 juin 1881). — *Contribution à l'étude du champ visuel des couleurs* (*Archives d'ophtalmologie*, 1881). — *Phénomène de Purkinje* (*Journal de physique*, 1882). — *Sur un phénomène d'optique physiologique* (*eodem loco*). — *Photométrie des sources diversement colorées* (*eodem*, 1883). — *Quelques remarques relatives à la photométrie*

hétérochrome (Association française pour l'avancement des sciences, 1896). — *De l'acuité visuelle binoculaire* (Société française d'ophtalmologie, *Bulletin*, 1884, p. 56).

W. Nicati. — *Théorie de la couleur* (*Archives d'ophtalmologie*, 1895). — *Principes de chroologie* (*Comptes rendus*, 26 novembre 1894). — *Échelles visuelles et leurs applications :* oxyopimétrie, photométrie, typométrie (Société d'éditions scientifiques, Paris, 1894). — *Échelle physiologique de l'acuité visuelle ; Application à la photométrie et à la photo-esthésiométrie* (*Comptes rendus*, 16 mai 1892). — *D'une unité photométrique, le photo ; Présentation de photomètres oxyopiques* (Association pour l'avancement des sciences, 1891). — *Théorie physique de la pensée* (corollaire d'une théorie de la couleur) [Comité médical des Bouches-du-Rhône, 20 mars 1895]. — *La Conscience au point de vue physique* (*eodem loco*, 20 mars 1896). — *Le Sommeil* (*eodem*, 15 mai 1896 ; *in Marseille médical*, 1895-1896). — *Démonstration et Explication naturelle de la loi : un élément se développe en raison de l'effort qu'il subit* (Comité médical des Bouches-du-Rhône, 17 novembre 1897). — *Détermination physique de la pensée* (*Premiers principes de psychologie*) [Société scientifique industrielle de Marseille, 11 novembre 1897]. — *Théorie de la vie* (Société vaudoise des sciences naturelles, 19 décembre 1894). — *Premiers principes d'évolution* (*Revue scientifique* [revue rose], 21 décembre 1895).

TABLE DES MATIÈRES

LIVRE II.

LE MÉCANISME DE LA COULEUR.

LIVRE III.

LES GRADATIONS DE LA COULEUR.

DEUXIÈME PARTIE.

PSYCHOLOGIE INDIVIDUELLE.

PROLÉGOMÈNES.

LIVRE I.

LA FORCE PSYCHIQUE OU LA PENSÉE.

LIVRE II.

L'ÉMOTION.

LIVRE III.

L'INTELLIGENCE.

LIVRE IV.

L'HARMONIE.

LA

PSYCHOLOGIE NATURELLE

PREMIÈRE PARTIE

PSYCHOLOGIE SENSORIELLE

ÉTUDIÉE DANS LA COULEUR.

PROLÉGOMÈNES.

Couleurs-radiations et couleur-sensation : χρῶμα et χρόα.

Le mot *couleur* est employé dans deux acceptions différentes :

L'une, de physique externe, concerne les radiations lumineuses, ou espèces différentes de lumière que le prisme parvient à dissocier dans les foyers lumineux. Les physiciens les désignent de trois manières : 1° par la longueur d'onde de chaque radiation supposée appartenir à un système déterminé d'ondulations ; 2° par la position de chaque radiation dans le spectre solaire relativement aux raies noires que l'on y distingue toujours à la même place et que l'on sait être dues à l'absorption de la lumière par la vapeur dont est entouré notre astre lumineux ; 3° par les sensations les plus marquantes qui nous les font connaître. Le tableau suivant est le relevé comparatif de ces diverses désignations.

Longueur d'onde (1).	7	6	5,5	5	4,5	4
Raies spectrales.....	A B	C	D	E	F	G
Sensations..........	Rouge.	Orangé.	Jaune.	Vert.	Bleu.	Violet.

L'autre acception du mot *couleur* est de physique interne ou psychologique. Elle est l'effet des radiations lumineuses sur notre pensée ou « les sensations lumineuses », un phénomène absolument distinct du précédent et qui est loin de concorder d'une façon constante avec les indications sommaires du physicien relevées dans le tableau ci-dessus.

C'est à tort, en effet, que l'on vit couramment dans la persuasion d'une concordance exacte entre ces deux ordres de phénomènes. On croit que les rayons appelés *bleus* par le physicien sont ceux que nous devons toujours voir de cette couleur, et ainsi des autres. Rien n'est si peu vrai. Je n'en veux, à cette place, citer qu'une preuve. Prenez un objet quelconque et faites-le représenter en peinture ; le peintre le rendra indifféremment vrai avec des couleurs très différentes suivant qu'il l'aura « enlevé » sur un fond d'une ou d'autre teinte. C'est dire que le même objet éclairé par le même soleil pourra éveiller des sensations fort différentes ; en d'autres termes, qu'une même lumière peut se présenter sous des apparences diverses.

Deux notions d'ordres différents sont donc comprises sous le nom de *couleur* : l'une de physique externe, concernant *les radiations lumineuses ;* l'autre, de physique interne ou psychologique, concernant les effets de celles-ci sur notre pensée ou les *sensations lumineuses.*

Pour bien marquer la différence entre les couleurs-sensations et les couleurs-radiations, il serait utile d'user de termes distincts pour les désigner, et l'on ne peut s'em-

(1) Exprimée en dixièmes de millionième de millimètre.

pêcher d'approuver les physiciens de laisser à la psychologie le vieux langage pour se contenter des dénominations de leur domaine empruntées aux raies du spectre et à la longueur d'onde. Nous les suivrons en ceci d'une façon systématique et réserverons formellement le mot *couleur* à la psychologie pour lui substituer, en physique, le néologisme *chromicité.* Les phénomènes de chromicité sont qualifiés couramment *chromatiques* et *chromiques*, appellations qui méritent d'être conservées et nettement consacrées. Je propose d'affecter aux phénomènes concernant la sensation de couleur la qualification *chroïque*, du grec χρόα, qui exprime l'apparence de la couleur (le teint) et désigne, par conséquent, son acception psychologique, par opposition à χρώμα (la teinte), plutôt appliqué à la matière colorante et accaparé, avec juste raison, par la chimie et la physique.

Définition psychologique de la couleur.

Pour nous, qui ne considérons que le problème psychologique, il est bien entendu que l'appellation *couleur* va être employée dans le seul sens psychologique et désigner le jeu interne ou de la sensation lumineuse, tout comme les mots *saveur*, *odeur*, *chaleur*, *bruit*, *toucher* (pourquoi pas *oueur* et *toucheur?*) désignent les sensations qui leur correspondent.

Toute sensation de lumière est donc de la couleur. Nous ne connaissons pas d'impression lumineuse incolore, pas plus qu'une odeur inodore ou une saveur insipide.

Les artistes tiennent le même langage que nous : peintres, ils parlent couramment de dessins colorés, qui, cependant, ne sont pas coloriés, mais faits de noir et de blanc habilement ménagés ; sculpteurs, et réfractaires

aux lois de la polychromie, ils disent néanmoins faire de la couleur l'objet principal de leurs efforts par la seule disposition de saillies et de retraits où la lumière joue en provoquant alternativement des clairs et des ombres profondes ou portées ; architectes, ils étudient dans le même sens la couleur des monuments. Cela revient à dire que les artistes appellent *couleur* toutes les apparences ou sensations lumineuses, consonances ou dissonances, harmonies ou contrastes, qu'elles soient ou non teintées des couleurs de l'arc-en-ciel. Si les artistes, qui sont les vrais coloristes, pratiquants et savants de la sensation de couleur, parlent de la sorte, c'est qu'ils pensent de même et qu'ils connaissent, en réalité, une science de la couleur différente de celle des traités de physique : une science de sensation ou psychologique, celle-là même que nous poursuivons.

Division du sujet.

Cette étude s'est attachée d'abord à déterminer et à classer les sensations de couleur.

Elle en poursuit ensuite l'explication mécanique intime qui est la théorie de la vision.

Elle en expose enfin la gradation, c'est-à-dire la croissance et les déchéances (1).

Trois livres se partagent donc cette partie d'ouvrage :

I. Les gammes de la couleur ;

II. Leur mécanisme ;

III. Leur gradation.

(1) Le terme *évolution*, par lequel on désigne habituellement cet objet, doit être évité tant pour son impropriété que pour sa connivence avec les mirages pseudo-philosophiques de l'évolutionnisme spencérien.

LIVRE I

LES GAMMES DE LA COULEUR.

Nous distinguons dans la couleur deux ordres essentiels de sensations :

1° Les valeurs;

2° Les hauteurs.

CHAPITRE I.

DES VALEURS CHROÏQUES.

I

DONNÉES PRÉLIMINAIRES.

Définition.

La notion primordiale de valeur répond à l'entité unique : « puissance de sensation lumineuse ».

Considérée en progressant des valeurs sombres aux valeurs claires, cette gamme est ascendante et représente la gamme des *clartés* ou « des valeurs physiologiques »; considérée en sens inverse, elle est descendante et représente la gamme des *obscurités* ou « valeurs picturales ».

Valeurs picturales.

Ne maniant pas des faisceaux lumineux comme les physiciens, mais des pigments plus ou moins saturés,

les artistes estiment la valeur, non au degré de clarté, mais au degré d'obscurité.

Les artistes jouent des oppositions et dégradations de valeur comme de l'élément fondamental de toute peinture. C'est en elles que résident la vigueur et le modelé du dessin, et c'est en elles aussi que repose la formule harmonique générale de toute œuvre : dessin, peinture ou sculpture, appelée à impressionner nos rétines. Tel use de la gamme entière, des notes les plus claires aux plus foncées de la palette ; tel autre, au contraire, se restreint et se cantonne en des notes moins éloignées les unes des autres. Tel répartit la lumière et l'obscurité de façon à marquer fortement les différences ; cet autre, au contraire, ménage les transitions. Tel enfin fait prédominer la lumière sur l'obscurité quand l'autre fait le contraire. Ce ne sont là qu'utilisations des seules valeurs ou intensités du clair-obscur.

Eugène Fromentin définit remarquablement le rôle des valeurs en peinture : « .... Bien colorer, c'est surtout savoir habilement rapprocher les valeurs des tons. Si vous ôtiez d'un Véronèse, d'un Titien, d'un Rubens, ce juste rapport des valeurs dans leur coloris, vous n'auriez plus qu'un coloriage discordant, sans force, sans délicatesse et sans rareté. A mesure que le principe colorant diminue dans un ton, l'élément valeur y prédomine. S'il arrive, comme dans les demi-teintes où toute couleur pâlit, comme dans les tableaux de clair-obscur outré où toute nuance s'évanouit, comme dans Rembrandt, par exemple, où quelquefois tout est monochrome, s'il arrive, dis-je, que l'élément coloris disparaisse presque absolument, il reste sur la palette un principe neutre, subtil et cependant réel, la valeur pour ainsi dire abstraite des choses disparues, et c'est avec ce principe négatif,

incolore, d'une délicatesse infinie, que se font quelquefois les plus rares tableaux.

« Ces choses terribles à énoncer en français et dont vraiment l'exposition n'est permise que dans un atelier et à huis clos, il m'a fallu les dire, puisque sans cela je n'aurais pas été compris. Or, cette loi qu'il s'agit aujourd'hui de mettre en pratique, n'imaginez pas qu'on l'ait découverte; on l'a retrouvée parmi des pièces fort oubliées, dans les archives de l'art de peindre. Peu de peintres, en France, en ont eu le sentiment bien formel. Il y eut des écoles entières qui ne s'en doutèrent pas, s'en passèrent et ne s'en trouvèrent pas mieux; on le voit maintenant. Si j'écrivais l'histoire de l'art français au dix-neuvième siècle, je vous dirais comment cette loi fut tour à tour observée, puis méconnue, quel fut le peintre qui s'en servit, quel est celui qui l'ignora, et vous n'auriez pas de peine à convenir qu'on eut tort de l'ignorer.

« Un peintre éminent, trop admiré quant à sa technique, qui vivra, s'il vit, par le fond de son sentiment, des élans fort originaux, un rare instinct de pittoresque, surtout par la ténacité de ses efforts, Decamps, ne s'est *jamais* occupé de savoir qu'il y eut des valeurs sur une palette ; c'est une infirmité qui commence à frapper les gens un peu avisés et dont les esprits délicats souffrent beaucoup. Je vous dirais également à quel observateur sagace les paysagistes contemporains doivent les meilleures leçons qu'ils aient reçues; comment, par une grâce d'état charmante, Corot, cet esprit sincère, simplificateur par essence, eut le sentiment naturel des valeurs en toutes choses, les étudia mieux que personne, en établit les règles, les formula dans ses œuvres et en donna de jour en jour des démonstrations plus heureuses.

« ... Je ne sais pas quel était, doctrinalement parlant,

l'opinion de Pierre de Hooch, de Terburg et de Metzu sur les *valeurs*, ni comment ils les nommaient ni même s'ils avaient un nom pour exprimer ce que les couleurs doivent avoir de nuancé, de relatif, de doux, de suave, de subtil, dans leurs rapports. Peut-être le coloris, dans son ensemble, comportait-il à la fois toutes ces qualités, soit positives, soit impalpables. Toujours est-il que la vie de leurs œuvres et la beauté de leur art tiennent précisément à l'emploi savant de ce principe.

« ... De leur temps, on n'attachait au clair-obscur un grand prix et un grand sens que parce qu'il paraissait être l'élément vital de tout art bien conçu. Sans cet artifice, où l'imagination joue le premier rôle, il n'y avait pour ainsi dire plus de fiction dans la reproduction des choses, et partant l'homme s'absentait de son œuvre, ou du moins n'y participait plus à ce moment du travail où sa sensibilité doit surtout intervenir. Les délicatesses d'un Metzu, le mystère d'un Pierre de Hooch tiennent, je vous l'ai dit, à ce qu'il y a beaucoup d'air autour des objets, beaucoup d'ombres autour des lumières, beaucoup d'apaisements dans les couleurs fuyantes, beaucoup de transpositions dans les tons, beaucoup de transformations purement imaginaires dans l'aspect des choses, en un mot, le plus merveilleux emploi qu'on ait jamais fait du clair-obscur, en d'autres termes aussi, la plus judicieuse application de la loi des valeurs (1). »

Valeurs physiologiques.

Les peintres estiment la valeur au jugé et y acquièrent une très grande habileté. C'est chose aisée entre valeurs

(1) Eug. Fromentin, *les Peintres d'autrefois*, p. 237. E. Plon, Nourrit et Cie, 1893.

d'une même lumière, plus difficile entre lumières de composition différente et exigeant alors un long apprentissage.

Les physiologistes, en quête de mesures exactes, ont recherché des principes de comparaison où la valeur fût isolée le plus possible, de façon à entrer seule en ligne de compte. De cet effort sont nés le procédé des « acuités égales » et celui des « ombres égales ». Par le premier, deux surfaces sont estimées de même valeur lorsque l'acuité de distinction entre points ou traits noirs y est mesurée par un même écartement angulaire. Par le second, les valeurs sont estimées identiques lorsque des ombres étroites projetées sur les deux surfaces par un même objet y présentent la même force apparente.

C'est ainsi que l'on a établi d'une façon très concordante la distribution approximative des valeurs dans l'étendue d'un même spectre solaire et placé son maximum dans le jaune au voisinage de la ligne D, où des mesures déjà anciennes l'avaient indiqué.

Mais les mesures par ces procédés ont promptement confirmé une vérité picturale ancienne comme la peinture elle-même : la grandeur de la sensation n'est pas une fonction unique des quantités de lumière en jeu. Étudiée dans ses rapports avec l'intensité lumineuse objective, la valeur obéit, sans doute, d'une manière générale à la loi fondamentale de relation entre la sensation et l'excitation, qui est un rapport logarithmique longuement étudié dans la suite. Mais à cette loi générale, et dans des limites compatibles avec elle, il y a des variantes concernant les diverses radiations spectrales : il n'y a pas parallélisme entre l'intensité lumineuse et la valeur, si l'on compare entre elles les diverses parties du spectre.

Or, remarquez que le moindre dessin présente toujours

deux qualités de lumière : celle du trait et celle du papier. Et remarquez encore, d'autre part, que, s'agît-il d'une grisaille faite des nuances d'une substance unique plus ou moins mêlée de blanc, s'agît-il même des parties inégalement éclairées d'un marbre uniforme, il n'y aura jamais deux tons différents de quantité qui soient absolument conformes pour le reste.

Il en résulte que les questions de valeur ne permettent presque jamais de solution absolue, mais se compliquent, en réalité, des mille variations fournies par les sensations accessoires. L'artiste a reconnu cela de bonne heure et a su l'exprimer. C'est sur ses traces que nous devrons nous engager, dans la suite, pour éclaircir les problèmes plus compliqués du clair-obscur qui appartiennent au chapitre des hauteurs.

On étudiera dans ce chapitre : 1° Les valeurs proprement dites ; 2° les accords de valeurs ou formes ; 3° les accords de formes ou conformations.

II

L'ÉCHELLE DES VALEURS.

Il importe, pour établir cette échelle ou gamme, de s'entendre tout d'abord sur le choix d'une unité photométrique. Ce point étant établi, on cherchera à déterminer quel est le point de départ de la gamme, quelle en est la progression et quel en est enfin le point terminus.

Unité de lumière, le photo.

J'ai proposé qu'on prenne pour unité la lumière exactement suffisante pour assurer à l'œil normal la netteté moyenne de la vision, et l'ai appelée le « photo ».

Or la netteté moyenne de la vision a été fixée par l'expérience; elle correspond à la vision qui permet de distinguer les points écartés l'un de l'autre, par un angle visuel d'une minute de degré.

D'autre part, la lumière varie, on le sait, avec la distance, et, plus exactement, en raison inverse de son carré. Il faut donc, si l'on veut choisir pour unité un foyer de lumière, déterminer à quelle distance celui-ci doit être placé des objets qu'il s'agit de distinguer. On a choisi naturellement l'unité de distance, qui est le mètre.

Ceci étant, nous définissons le *photo*, « la source qui, placée à un mètre des objets, suffit, à un œil regardant seul, pour distinguer les points vus sous un angle d'une minute ».

Le photo répond pratiquement à la lampe Carcel ou la bonne vieille lampe de famille à placer au milieu de la table, par conséquent, à un mètre environ des objets que l'on regarde, et permettant, à cette distance, la lecture des caractères ordinaires d'imprimerie.

Limite inférieure ou lumière-limite LL.

Le point de départ inférieur de la gamme des valeurs est la plus petite quantité de lumière sensible ou « lumière-limite » *ll*. Celle-ci doit être déterminée en raison de l'unité de lumière.

La lumière-limite est une fraction très faible de la quantité émise par une pareille source. Si l'on en recueille la valeur d'un centimètre carré à la distance d'un mètre par un verre dépoli et que l'on en éclaire un autre verre dépoli placé de nouveau à un mètre du précédent, dans un tube noirci, la lumière ainsi précisée se trouve être, d'après la formule qui mesure la surface des sphères, égale à

1,6 trillionième de photo (voir, pour les calculs, 2e partie, liv. II, chap. III). Cette lumière, placée immédiatement au-devant de la pupille, est la plus petite que nous ayons perçue.

La plus petite quantité de lumière perceptible peut donc être estimée à quelque chose comme la trillionième partie des rayons émis par la source qui sert habituellement d'unité. C'est le point de départ de la gamme des valeurs.

Loi d'accroissement ou du logarithme.

La valeur de la sensation lumineuse croît et décroît avec les variations de la lumière objective. C'est là une vérité banale. Mais quelles proportions relient ces deux quantités? Voici comment on peut résoudre ce problème.

On dresse, au lavis d'encre de Chine, deux tons de couleur : l'un clair et l'autre foncé. Puis, entre ces deux tons et toujours avec la même encre, on intercale en dégradation régulière une série de tons successifs, tels qu'ils paraissent former une série uniformément progressive, présentant de l'un à l'autre une différence apparente égale à celle qui le sépare de celui qui vient après. On a fait ainsi une échelle progressive des valeurs, dans laquelle chacun des tons successifs est en accroissement sur le précédent d'une quantité égale. Cela représente ce que l'on appelle, en mathématique, une *progression arithmétique*.

Cette échelle est maintenant bordée d'un fond tout à fait noir, et exposée aux effets d'une lumière d'abord lointaine, puis progressivement approchée jusqu'à faire apparaître le ton le plus clair. On note l'écartement de la source lumineuse à ce moment, puis on continue à l'approcher jusqu'à rendre sensible la surface plus foncée suivante. On note de même la distance à ce moment. Et

l'on fait de même pour toutes les autres, de façon à obtenir une échelle des distances correspondantes à chaque degré de l'échelle des valeurs.

Nous savons déjà que la lumière croît en raison inverse du carré de la distance. Il est donc aisé de calculer les quantités relatives de lumière que représente chaque distance. Si l'on fait ce petit calcul, on obtient une échelle des quantités objectives de la lumière correspondantes aux degrés de l'échelle des valeurs. Il ne reste plus, pour résoudre le problème que nous poursuivons, qu'à comparer les deux échelles.

Or, il se trouve que, tandis que les valeurs suivent, ainsi que nous l'avons dit, les relations d'une progression arithmétique, de leur côté, les lumières correspondantes sont trouvées se succédant suivant le rapport constant d'une progression géométrique. Le rapport entre les deux progressions est analogue à celui qui relie entre eux les nombres et leurs logarithmes.

Ce fait est l'application d'une loi générale que nous retrouverons dans toutes les sensations, et dont nous expliquerons en son lieu la genèse : « Le principe de la sensation proportionnelle au logarithme de l'impression. » Il règle la gamme des valeurs dans ses rapports avec la lumière qui les fait naître.

Limite supérieure, phénomène de l'éblouissement.

On a jugé de l'extrême délicatesse de la vision à la quantité minime de lumière qui lui sert de point de départ; une pareille sensibilité ne saurait supporter les excès contraires.

A partir d'un certain degré, les accroissements de valeur commencent à retarder sur la loi du logarithme, puis ils cessent tout à fait, et, finalement, la sensation déchoit

avec les augmentations de la lumière. Il se produit alors ce qu'on appelle *éblouissement*, état dans lequel le trop de lumière rend la vision incertaine.

Les degrés supérieurs de l'éblouissement ne vont pas sans une déprédation permanente de la fonction. La fixation directe un peu prolongée du soleil en fournit des exemples. Mais, sans aller jusque-là, on a souvent l'occasion de constater qu'une trop grande clarté nuit à l'appréciation des valeurs; on en fait l'observation journalière dans notre Midi ensoleillé, où le secours des verres fumés est parfois indispensable pour bien voir. Il est, par exemple, impossible de reconnaître la présence des bateaux à l'horizon de la mer du côté de la grande lumière, alors que cela devient aisé à travers des verres suffisamment noircis.

La loi du logarithme est donc vraie seulement dans les limites étroites des clartés faibles et moyennes. A partir de ce point, la courbe des valeurs subit une ascension plus lente, puis elle devient horizontale et enfin elle s'abaisse et s'éteint.

III

LES FORMES.

On appelle *formes*, dans le domaine de la couleur, les sensations harmoniques, harmonies ou accords, qui nous donnent les premiers renseignements sur la relativité topographique des notes de valeur : le point de valeur, la ligne et la figure.

Le point de valeur.

Angle visuel-limite. — Contrairement au point géométrique, auquel on n'attribue pas d'étendue, le point de

valeur présente une certaine étendue de champ visuel, « *la* plus petite dont nous puissions distinguer les contours ». Sa dimension est déterminée par l'angle que forment entre elles les deux lignes qui, du point nodal oculaire, joignent ses bords. C'est l'angle-limite de distinction ou *angle visuel-limite*.

Elément harmonique de l'ordre des formes, le point de valeur peut donc être défini le champ visuel de plus petite distinction, et estimé angulairement ainsi qu'il appartient à tout ce qui concerne les mesures de ce champ.

Acuité visuelle. — L'angle-limite détermine la faculté de distinguer ou *acuité visuelle*. On sait celle-ci d'autant plus grande que l'on peut distinguer des points plus petits et plus rapprochés. Un angle-limite d'une minute correspond à la vision normale. Le calcul en a été établi d'après le plus petit écartement sous lequel les astronomes distinguent les unes des autres les étoiles à l'œil nu, et aussi d'après celui qui sépare les traits dans les caractères d'imprimerie. Un angle-limite de plus en plus grand correspond à des degrés de plus en plus faibles de l'acuité visuelle ; mais il n'est pas vrai, comme on pourrait le croire d'après le langage des échelles visuelles courantes, qu'une simple proportion inverse relie ces deux quantités. L'angle-limite et l'acuité visuelle sont, au contraire, reliés par la relation habituelle de la sensation à l'impression qui est, nous l'avons déjà vu, une relation logarithmique. J'ai établi ailleurs (1) le calcul de cette relation en prenant pour point de départ :

Angle-limite	$V = 1'$	correspondant	à acuité visuelle	$VS = 1.$
—	$V = 10'$	—	—	$VS = 0{,}1.$

(1) *Comptes rendus*, 16 mai 1892.

Le premier de ces points de départ correspond à la vision normale; le second répond à une approximation calculée d'après les limites de la vision centrale ou vision nette utilisable. On obtient ainsi les relations suivantes :

Progression géométrique de l'angle-limite $\hat{V}$.									
1'	1'29	1'67	2'15	2'78	3'59	4'64	6'	7'74	10'
1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Progression arithmétique de l'acuité visuelle V S.									

L'acuité visuelle, premier degré dans les relations sensorielles de l'ordre harmonique des formes, obéit donc à la même loi logarithmique de progression qui régit les sensations élémentaires de valeur.

Echelle photométrique basée sur la mesure de l'acuité visuelle.— J'ai construit et publié dans ma collection d'échelles visuelles une échelle de l'acuité visuelle d'après les principes qui viennent d'être exposés et, la soumettant à des éclairages différents, j'ai noté, pour moi et pour d'autres, comment varie l'acuité avec les changements de l'intensité lumineuse. Il a été trouvé que l'acuité visuelle décroît d'une unité arithmétique tandis que la lumière baisse elle-même d'une unité géométrique ; cela est assez exact et assez frappant pour qu'une mesure de l'éclairage puisse être donnée par ce moyen. Mon échelle photométrique, qui n'est qu'une application particulière de celle de l'acuité, est basée sur ce fait (1). L'acuité visuelle obéit donc à la loi logarithmique dans deux directions à la fois : et dans celle de l'écartement angulaire des lignes visuelles qui limitent le point, et dans celle de l'intensité lumineuse, qui en est le second facteur.

(1) Société d'éditions scientifiques. Paris, 1894.

La ligne.

La ligne est la sensation harmonique née des relations de points contigus se suivant un par un. Elle est une harmonie de points.

Dans la ligne *droite*, les points se suivent dans une direction unique.

Dans la ligne *courbe*, les points se suivent en changeant de direction. Les *variétés de courbe* sont déterminées par ces changements, dont la géométrie sait établir les formules.

Les combinaisons de lignes font la *figure*, où l'harmonie apparaît dans les relations entre les lignes.

La figure.

Loi de proportionnalité des lignes dans la figure. — La figure est un composé harmonique de lignes. Obéissant aux lois générales de l'harmonie, que nous étudierons plus tard, les figures présentent des rapports fondamentaux analogues aux tierces, quintes et octaves de l'acoustique, et des rapports secondaires nés de la relation entre les précédents.

Dans l'octave, le nombre de vibrations des deux sons qui font l'harmonie, est dans le rapport de 2/1 ; il est de 3/2 dans la quinte, et de 5/4 dans la tierce. Tels sont les intervalles fondamentaux dans lesquels rentrent tous les autres par l'opération très simple de leur mise en relation réciproque ; ainsi, la quarte 4/3 est le résultat du rapport de 3/2 avec 2/1, et ainsi de suite pour tous.

Voyez la figure qui dessine la coupe d'une église, et comparez avec elle les figures de tous ses détails ; sans nul

doute, vous serez frappé de trouver que toutes les proportions sont, entre elles, dans des relations bien définies. La largeur et la hauteur des portes y sont d'abord dans une relation simple, de même la hauteur et la largeur des fenêtres, celles aussi de la nef et celles du clocher, puis toutes ces figures sont elles-mêmes en relations simples les unes avec les autres. Considérez ensuite tous les agréments : clochetons, ornements de façades de portes et de fenêtres. Ils sont à leur tour des diminutifs diversement fractionnés des figures principales, de telle façon que chaque détail est, en dernière analyse, un intervalle ou un accord dont la genèse doit être cherchée dans les proportions des figures fondamentales ou dans les rapports de ces figures entre elles.

La construction intérieure des bâtiments, le mobilier et aussi les moindres figures de l'art humain, obéissent constamment à ces principes.

Voici, par exemple, le papier cloche sur lequel j'écris, et la page même du livre que vous lisez : la largeur est, à sa hauteur, dans le rapport de 2 à 3, qui est un rapport de quinte, et il en est de même du papier à lettre que j'ai dans mon tiroir, ainsi que de l'enveloppe allongée, tandis que l'enveloppe dite *carrée* présente le rapport de 3 à 4 qui est une quarte.

Voici encore la porte de mon cabinet, une porte ordinaire à deux battants. La hauteur est sensiblement égale au double de sa largeur et représente, par conséquent, un rapport d'octave ; la figure des panneaux qui lui servent d'ornement est elle-même telle, qu'une division en croix la partage verticalement et horizontalement par le milieu, formant quatre segments rectangulaires ayant mêmes proportions d'octaves. Puis, tandis que les deux segments supérieurs restent indivis, donnant place chacun à un

seul panneau, les segments inférieurs sont occupés par deux panneaux : le supérieur, plus étroit, remplit encore la moitié de la hauteur occupée par l'inférieur. Mais, considérant involontairement l'entrecroisement nouveau formé par le sectionnement des demi-panneaux inférieurs comme étant celui d'une porte nouvelle, et divisée elle-même en quatre parties égales, il advient que cette porte imagi-

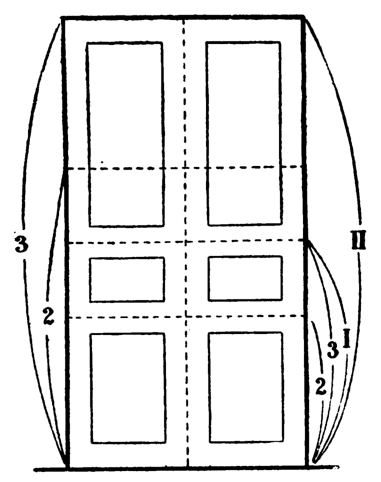


Fig. 1. — Accord parfait majeur partiel de forme.

naire est une figure plus petite que la précédente des deux tiers. La coupure du segment inférieur introduit donc dans la figure un fractionnement de 3/2 qui est celui de la quinte.

Enfin, si je compare la hauteur du demi-panneau inférieur à celle du segment total auquel il appartient, le rapport devient également 3/2, proportion que l'on retrouve entre la somme des deux panneaux supérieurs et

la porte entière. Ma porte, divisée approximativement, suivant les rapports 3/2 et 2/1, en quinte et en octave, représente donc un exemple d'accord parfait majeur partiel de la forme. Qu'on n'aille pas en ceci chercher des vétilles mathématiques : la physiologie nerveuse des harmonies visuelles de la forme sait s'accommoder de rapports approximatifs, et il le faut ainsi pour qu'elle ne soit pas troublée par les changements de perspective; nous le verrons bien en parlant plus loin des inflexions de la symétrie.

Un exemple plus complet encore est fourni par l'encrier que j'ai devant moi. C'est un bloc de verre taillé dans une pyramide tronquée à quatre pans, et faite de telle sorte que les rapports 2/1, 5/4, 3/2, de l'accord parfait majeur y soient représentés. Le rapport 2/1 existe entre les largeurs à la base et au sommet; le rapport 3/2 est donné par une coupure en escalier destinée à servir d'étagère pour les plumes et qui divise la hauteur suivant ces proportions. Le rapport 5/4 est enfin entre la largeur de la pyramide à la base et au niveau de l'étagère, ou, si l'on veut, le rapport entre les bases des deux tronçons de pyramide ainsi superposés. Mon encrier est donc un exemple d'accord complet majeur de la forme.

D'autres formes sont plus compliquées ; ainsi ce chandelier Louis XVI, dont j'ai fait le socle d'un buste miniature, me donne les chiffres 24, 12, 6, 4, 3 et 2, faisant les rapports 12/1, 8/1, 6/1, 2/1 et 3/2. Tous les objets de l'art humain obéissent à la loi fondamentale des rapports simples; je n'en finirais pas si je voulais multiplier les exemples, et je m'arrête, non sans toutefois dire un mot de l'écriture.

L'écriture nous importe à divers titres : d'abord nous y puiserons plus tard des documents de la plus haute im-

portance concernant le lieu du système nerveux où siègent les sensations harmoniques de la forme; puis étant universellement répandue, l'écriture est un document naïf et, si possible, plus naturel de ce genre d'harmonies. Voyez chaque partie de lettre, elle est toujours en relation simple avec l'entier; et comparez les lettres entre elles, ne rentrent-elles pas harmonieusement les unes dans les autres? Chaque type d'écriture enfin a ses harmonies propres, qui sont elles-mêmes en relation avec l'ensemble et qui en marquent le caractère.

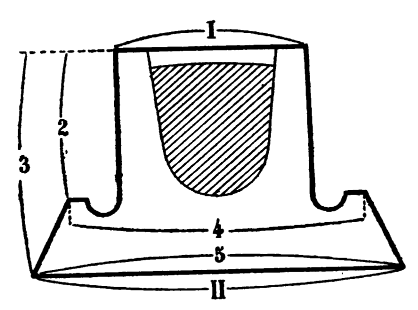


Fig. 2. — Accord parfait majeur complet de forme.

Explication de la loi de proportionnalité. — Voici enfin, dernier argument, le fait capital des relations des diverses parties du corps si merveilleusement étudiées dans l'ancienne statuaire grecque. Chaque petit élément est en relation simple avec la partie dont il est composé et celle-ci en relation avec le tout. Les Grecs n'ont-ils pas trouvé déjà cette formule qui permet aux naturalistes modernes de déduire la taille du sujet de la dimension du plus petit des os de la main ou de tout autre partie du corps? Mais ici, dira-t-on, c'est la nature qui opère et point nous dans la création de l'harmonie. Je veux pré-

cisément montrer que nous n'opérons pas autrement que la nature elle-même.

Si les diverses parties du corps sont entre elles dans des rapports simples, c'est que les nécessités de leurs fonctions les y ont ainsi pliées. De même, les relations simples des lignes que nous choisissons et que nous appelons *harmoniques* sont celles que les nécessités de la fonction visuelle nous apprennent à choisir. Dérivant les unes des autres, et rentrant aisément les unes dans les autres, leurs images s'articulent et se soutiennent sans se troubler mutuellement dans des enchevêtrements inextricables. Le jeu de notre pensée en est rendu plus simple et plus facile. De même, le jeu de nos membres est d'autant plus parfait que les proportions en sont plus harmoniques, et, comparaison plus triviale, il est plus facile d'enfermer dans une même boîte d'autres boîtes de plus petit volume, si les rapports de celles-ci entre elles et avec l'enveloppe obéissent à des formules simples.

IV

LES CONFORMATIONS.

Il existe, à côté du point, de la ligne et de la figure, d'autres harmonies de la forme. Nous les comprenons sous le nom de *conformations* parce qu'elles naissent de la combinaison des précédentes. Les conformations font vivre les formes par la variabilité qu'elles leur imposent de la même façon que nous verrons plus tard les nuances, de leurs variations incessantes, faire vivre les teintes. Elles pourraient être appelées par analogie *les nuances de la forme.*

Les conformations donnent naissance à deux phénomènes harmoniques essentiels : le relief et la symétrie.

Le relief.

Nous appliquons ce terme d'une façon toute générale pour désigner la notion harmonique qui nous fait reconnaître la position respective des points de l'espace dans la direction de la profondeur. Deux sortes de relations y sont employées : celles de la perspective monoculaire et de la perspective binoculaire.

Perspective monoculaire. — Les objets apparaissent à nos yeux sur un fond commun : l'hémisphère infini de notre champ visuel, qui, en réalité, nous apparaît comme un plan, le *plan de projection*. Chaque point de l'espace y est représenté par le lieu où vient tomber le prolongement de la ligne qui joint notre œil à ce point. On juge de la position des objets dans l'espace par leur relation dans le plan de projection; cela s'appelle la *perspective* ou vue de l'espace (proprement : vue à travers, de *per*, au travers, et *spicere*, voir).

La position relative des points de l'espace dans le plan de projection peut être établie par rapport au point fixé, ou, comme l'on dit dans la langue technique du dessin, le *point de vue*.

On fixe, par exemple, l'horizon droit devant soi. Alors toutes les lignes verticales dans la nature sont projetées verticalement, de même la ligne de l'horizon et toutes les lignes qui lui sont parallèles sont projetées horizontalement; toutes les lignes normales au plan de projection convergent au point de vue; toutes les parallèles montantes convergent au-dessus de ce point; toutes les parallèles descendantes convergent au-dessous, etc., etc.

Si, maintenant, au lieu de fixer l'horizon droit devant soi, on fixe un autre point quelconque de l'espace, par

exemple le ciel, pour y dessiner le plafond d'un édifice, alors toutes ces lignes et tous ces points sont en relations nouvelles avec le nouveau point de vue et par conséquent aussi entre elles.

La perspective comprend non seulement les relations de chaque point avec le point de vue, mais aussi les changements de relation des points et des lignes qui accompagnent les incessants déplacements du regard. Par elle, des lignes verticales deviennent obliques, des montantes deviennent descendantes ; les courbes elles-mêmes s'infléchissent de mille façons, donnant lieu à des harmonies sans cesse renouvelées, dont le dédale est un jeu pour nous qui savons en déduire à chaque instant les relations effectives de l'espace.

Perspective binoculaire. — On connaît le stéréoscope, cet instrument d'optique qui fait voir aux deux yeux simultanément des images quelque peu différentes du même objet : des photographies surtout, que l'on a prises en plaçant l'appareil dans deux positions un peu écartées l'une de l'autre. Ces images donnent, à s'y méprendre, la sensation du relief.

Les conditions de cette expérience sont réalisées par la nature de la façon suivante. Étant écartés l'un de l'autre, les deux yeux ont nécessairement chacun leur champ visuel, dont la perspective diffère un peu de celle de son congénère. De la combinaison des deux, il naît une harmonie particulière, la perspective binoculaire, qui est par excellence la sensation du relief, et il en est naturellement de même qu'il s'agisse d'objets creux ou d'objets saillants. L'harmonie binoculaire du relief est une combinaison des perspectives propres à chacun des champs visuels monoculaires.

Quelques développements sont ici à leur place; ils doi-

vent nous amener à définir ce que l'on entend par l'horoptère.

Le point et la ligne appartiennent aussi bien à la vision par les deux yeux unis qu'à la vision monoculaire. C'est donc qu'il est des liaisons entre les sensations de cet ordre propres à chaque œil : des harmonies supérieures binoculaires nées de la relation entre les harmonies monoculaires.

On appelle *points correspondants* ou points identiques des deux rétines les points harmoniques des deux champs, ceux dont l'impression simultanée donne lieu à une sensation simple. Ce sont tous les points qui se confondent lorsque les deux champs sont superposés par leur centre de fixation.

On démontre par les procédés de l'optique physiologique qu'il n'y a pas concordance absolue entre la position des moitiés du champ visuel et celle des moitiés des rétines : la verticale médiane du champ visuel correspondrait dans la rétine à une ligne légèrement inclinée en haut et en dehors, et le point de convergence de ces deux lignes serait situé, l'homme étant debout, à la hauteur du sol.

Les points vus simples par les deux yeux unis représentent dans l'espace un ensemble qui est « l'horoptère » (ὅρος, limite; ὀπτήρ, qui voit : limites des points vus simples).

La symétrie.

Il existe entre les parties d'un même complexe harmonique de forme des relations communes ou, en d'autres termes, une commune mesure qui est l'élément de ce que l'on appelle *la symétrie*.

Réflexes de symétrie. — Les rapports de symétrie s'appellent les uns les autres.

Ayant, par exemple, dessiné une partie quelconque d'édifice, le reste naît pour ainsi dire sous la pointe du dessinateur. Ou bien ayant dessiné le plan d'une construction, et voulant y introduire un détail nouveau, la nécessité s'impose au dessinateur d'obéir à la symétrie générale et au besoin d'en parfaire l'harmonie par l'introduction de détails similaires ou de moyens termes. C'est une nécessité de notre propre pensée. Les archéologues en fournissent la preuve lorsqu'ils ne craignent pas de reconstituer des édifices entiers d'après les données rudimentaires que leur apporte la découverte d'une seule partie.

Voici encore un dessin dont la symétrie tout incomplète n'est qu'indiquée; notre pensée y supplée complètement et d'une façon parfaite, mieux que, souvent, ne saurait le faire le dessinateur. C'est ainsi que l'on voit souvent dans les peintures une ligne indiquée par quelques fragments ne paraître nullement interrompue.

La symétrie exerce donc une influence évidente et très particulière sur les sensations harmoniques de la forme, elle les infléchit à sa guise et les soumet à sa loi. Cette influence, tout interne et spontanée, ne peut appartenir qu'à la catégorie des phénomènes « réflexes ».

Loi de distribution des réflexes de symétrie. — Le champ visuel, considéré au point de vue des symétries, est divisé autour du centre fixé comme autour d'un centre d'oscillations. Il peut être comparé le plus justement aux suspensions à la Cardan : ces lampes en usage à bord des navires, portées sur deux cercles concentriques accouplés et mobiles eux-mêmes suivant deux axes perpendiculaires. Imaginez un mouvement quelconque en un point de ce

système, vous le voyez basculer tout entier suivant la direction du mouvement et dans l'axe qui lui est perpendiculaire. Le champ visuel est constitué de même. Toute impression en un point détermine une oscillation du champ entier suivant l'axe perpendiculaire passant par le centre de fixation. Une juste comparaison est encore la marche des dépressions et des relèvements qui se produisent dans un bassin quelconque. Considérez, en effet, le liquide dans une lampe marine qui ne serait pas suspendue à la Cardan, vous le verriez sans cesse se déverser, mais en sens opposé, suivant la ligne du tangage ou du roulis.

Les associations visuelles de forme suivent la même loi d'équilibre spontané, et la symétrie ou mesure commune aux diverses parties d'un assemblage harmonique complexe en est l'expression.

La symétrie est « fondée, dit Pascal, sur ce qu'il n'y a pas de raison de faire autrement ». C'est là une définition négative ; or, la symétrie n'est certes pas une négation, ainsi que l'établit la définition qui précède et l'exposé qui vient d'en être donné.

Contrastes spontanés de la forme. — Les réflexes de la symétrie doivent être mis en parallèle avec les phénomènes également réflexes que nous apprendrons bientôt à reconnaître dans les contrastes spontanés des nuances. Ils peuvent être appelés, par analogie, *les contrastes spontanés de la forme.*

Il en existe de *simultanés* et de *successifs;* les figures de la danse fournissent les exemples les plus variés des deux sortes. Voyez cette position du bras, elle appelle une position simultanée symétrique de la jambe opposée ; voyez aussi ce pas latéral dans un sens, il appelle après lui un pas identique consécutif en sens inverse. Les exemples en peuvent être indiqués à l'infini, et je n'aurais, pour les

multiplier, qu'à consulter les traités de chorégraphie. Mais j'ai hâte d'entrer plus avant dans la psychologie de la couleur, et l'on me pardonnera de ne pas insister sur ces problèmes pourtant bien intéressants. Il me suffit d'en avoir marqué les principes, identiques à ceux que l'on va rencontrer dans les harmonies de hauteur, et que l'on démontrera plus tard être le propre de toutes sortes d'harmonies.

CHAPITRE II.

DES HAUTEURS CHROÏQUES.

I

DONNÉES PRÉLIMINAIRES.

Il est, en couleur comme en musique, des notes basses ou graves, qui sont celles de l'extrême violet spectral, et des notes hautes ou aiguës, qui sont celles de l'extrême rouge. De l'un à l'autre, la gravité et la hauteur ou l'acuité sont réparties, sinon régulièrement, du moins en une échelle progressive qui doit être démontrée.

Les peintres connaissent bien cette gamme; c'est celle dont ils parlent lorsqu'ils disent d'un tableau ou d'un assemblage quelconque de couleurs, qu'il est haut de ton. Gœthe en aurait traité, dit-on; j'en ai cherché en vain la trace dans ses œuvres. Il parle, il est vrai, de *Farbensteigerung* ou ascension des couleurs, et de culmination des couleurs, mais pour désigner des phénomènes qui ne sont pas, je crois, assimilables à ceux que nous étudions (1).

Un phénomène fondamental caractérise la hauteur, c'est la différence de clarté apparente des couleurs suivant la radiation que l'on considère. Les peintres en tiennent le

() *Gœthe's sæmnitliche Werke*, vol. XXVII, III et IV Abth. Ces phénomènes sont la pointe de rouge qui apparaîtrait dans les saturations de certains jaunes et la pointe de violet dans celles de certains bleus.

plus grand compte, et ce sont eux surtout que nous devrons tout d'abord interroger. La hauteur apparaît, dans l'état stable de l'éclairement, aux différences du clair-obscur et de l'obscur-clair; elle apparaît, dans les variations de l'éclairement, aux différences de solidité apparente des diverses couleurs.

Clair-obscur et obscur-clair.

Les couleurs de l'arc-en-ciel n'ont assurément pas la même intensité. Mais supposons qu'un expérimentateur ait réussi, par un artifice quelconque, à les ramener toutes au même niveau d'intensité, en serait-il de même au point de vue de l'effet produit? Pas le moins du monde. Égales objectivement, les couleurs de l'arc-en-ciel apparaîtront inégales à l'observateur, et les couleurs les plus vigoureuses, celles qui se détachent le mieux sur les autres, seront celles qui correspondent à la plus grande longueur d'onde. De même, les plus faibles, les moins apparentes, seront celles qui correspondent à la moindre longueur d'onde.

Cette loi trouve son application dans les phénomènes picturaux de l'obscur-clair et du clair-obscur.

Lorsque le peintre veut faire apparaître des taches claires sur une surface ombrée, sans, pour cela, diminuer sensiblement l'effet général d'ombre, il use de tons plus rapprochés de l'extrémité rouge du spectre que le fond sur lequel les taches se développent. Celles-ci, quoique également sombres au point de vue objectif, en d'autres termes, également ombrées, n'en sont pas moins d'apparence plus éclairée. C'est ce que l'on peut appeler de *l'obscur-clair*. Les exemples en foisonnent dans les portraits anciens, où l'on voit des détails éclater dans les ombres les plus

épaisses en notes d'apparence plus claire et qui peuvent n'être que diversement teintées.

Lorsque le peintre veut, au contraire, marquer des ombres sur une surface uniment claire sans atténuer sensiblement la sensation générale de clarté, que fait-il? Consultez à ce sujet les effets de clair de la peinture moderne, dont la vogue est si grande. L'ombre y est marquée par la seule différence de teinte et vous la voyez apparaître en une note régulièrement plus rapprochée de l'extrémité violette du spectre. Cela peut être appelé plus spécialement du *clair-obscur*.

Solidité apparente des tons.

Il est une espèce de solidité qui consiste dans l'inaltérabilité matérielle, ce n'est pas celle que nous entendons. La solidité est pour nous un phénomène sensoriel consistant dans la résistance de la sensation aux variations quantitatives de la lumière.

Les peintres savent qu'il est des couleurs qui « s'allument » et « s'éteignent » plus que d'autres aux appels de la lumière croissante et décroissante et ils sont obligés d'en tenir compte dans l'exécution de leurs tableaux. On les voit, en conséquence, placer leurs toiles dans une lumière aussi constante que possible et se rapprochant du bon éclairage des salons auxquels les tableaux sont destinés. Tel tableau, vivant au soleil, serait défectueux avec un éclairage moindre et inversement.

Il est, en France, un exemple classique propre à illustrer ce fait. Chacun connaît le costume du troupier français : pantalon rouge et capote bleue (gris bleu). Au grand jour, le rouge domine dans ce costume et les pantalons se détachent vivement en clair sur la capote plus foncée. Au

petit jour, c'est le contraire qui a lieu et la capote apparaît en clair sur les pantalons plus foncés. L'exemple est si frappant qu'il doit avoir marqué dans le souvenir de tous et qu'à peine il est besoin d'en recommander le contrôle.

Un fait analogue se produit toutes les fois que l'on expose à des augmentations et diminutions d'éclairage des surfaces diversement teintées. Le résultat en est une augmentation et une diminution inégales de la sensation avec exagération dans les deux sens en faveur de la lumière de la plus grande longueur d'onde : exagération en clarté quand il y a de l'éclairage en plus, et exagération en obscurité quand il y en a en moins.

Ce phénomène suit exactement l'échelle des hauteurs, il en est une des caractéristiques.

Hauteur, synonyme de tension.

La hauteur est donc manifeste dans l'état stable de la lumière en faisant apparaître plus énergiquement les lumières plus haut placées dans son échelle, et, dans les variations d'éclairement, en accentuant la variation dans le sens même, positif ou négatif, où elle se produit.

Ces qualités caractérisent habituellement ce que l'on entend par le mot *vigueur*, ou, en langage mécanique, la *tension*. Or, en réalité, la hauteur de la couleur n'est autre que sa tension, ainsi qu'il sera expliqué au livre II.

On étudiera :

1° Les hauteurs proprement dites ;

2° L'aberration des hauteurs hors le centre du champ visuel, ou les chaleurs de ton.

3° Les accords des hauteurs ou teintes ;

4° Les accords des teintes ou nuances.

II

L'ÉCHELLE DES HAUTEURS.

La hauteur varie suivant la radiation lumineuse que l'on considère. Sa distribution dans le spectre représente une gamme : l'échelle spectrale des hauteurs. Nous allons utiliser, pour en dresser la courbe, divers phénomènes étudiés en commun par M. Macé de Lépinay et moi-même.

Phénomène de Purkinje.

« Le bleu, avait dit Purkinje (1), se voit à la lumière la plus faible, tandis que le rouge exige une lumière plus forte.

« Si l'on compare, avait, plus tard, fait remarquer Dove, sous des éclairages différents, les intensités lumineuses de surfaces recouvertes de couleurs différentes, c'est tantôt l'une et tantôt l'autre qui paraît plus claire. En général, les couleurs qui prédominent sont, pour une grande intensité d'éclairage, les moins réfrangibles, telles que le rouge et le jaune, et, pour un éclairage peu intense, les plus réfrangibles, telles que le bleu et le violet.

« Si un papier rouge et un papier bleu paraissent également clairs à la lumière du jour, à la tombée de la nuit, le papier bleu paraît plus clair et le papier rouge paraît souvent tout à fait noir.

« De même, quand on est surpris par la nuit dans une galerie de tableaux, si le ciel ne présente pas de ces colorations qui accompagnent souvent le crépuscule, on remarque que les couleurs rouges disparaissent les pre-

(1) *Zur Physiologie der Sinne*, II, 109.

mières et que les couleurs bleues restent le plus longtemps visibles.

« De même, dans la nuit la plus obscure, lorsqu'on ne voit plus aucune couleur, on distingue encore le bleu du ciel. »

Helmholtz (1), après avoir relaté ou signalé ces diverses applications du phénomène, en a poursuivi l'analyse à l'aide des couleurs prismatiques, estimant leurs valeurs respectives par la comparaison des ombres qu'on y peut projeter.

Macé de Lépinay et Nicati y ont employé tour à tour le procédé photoptométrique des ombres égales, imité d'Helmholtz, et celui des acuités visuelles égales basé sur la comparaison des angles visuels d'ultime distinction ou angles-limites, dont la petitesse croît avec la valeur lumineuse indépendamment de tout phénomène de coloration.

Soumettant le phénomène non plus à de simples estimations, mais à des mensurations multiples et répétées, ces auteurs établissent tout d'abord (deuxième mémoire des *Annales de chimie et de physique*, p. 45) que le phénomène de Purkinje proprement dit est limité au champ de vision centrale de 45 minutes environ, c'est-à-dire que les valeurs ne suivent plus la même loi du moment que l'ouverture du cône sous lequel on voit les objets est plus petite que 45 minutes.

Ils examinent ensuite point par point la distribution du phénomène pour toute l'étendue du spectre et en dressent les courbes ramenées par le calcul au spectre normal.

D'après leurs mesures, le phénomène est nul si l'on compare entre elles les radiations les moins réfrangibles jusqu'au vert moyen de longueur d'onde $\lambda = 0\mu,517$,

(1) Helmholtz, *Optique physiologique*, p. 420 (317).

mais de plus en plus accusé à mesure que l'on compare ces mêmes radiations aux radiations plus réfrangibles jusqu'à l'extrémité du violet.

D'après Helmholtz, le phénomène existerait également dès l'origine du rouge et marcherait progressivement dans toute l'étendue du spectre. Cette affirmation correspond

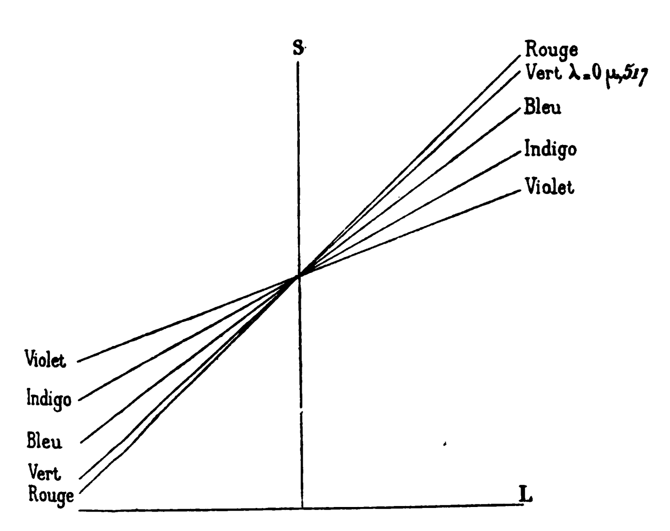


Fig. 3. — Marche relative des intensités apparentes dans les changements de l'intensité lumineuse objective (vision centrale).

bien réellement à la vérité répondant à l'appréciation de différences qu'il est possible de constater, mais non de mesurer.

En résumé :

1° Des radiations de longueurs d'ondes différentes mesurées égales en valeur pour une intensité d'éclairage donnée, ne sont plus égales sitôt que cette intensité a été

modifiée, mais s'écartent les unes des autres suivant des lois constantes.

Les tracés de la figure 3, dressés schématiquement, et dans lesquels on a pris pour abscisses les intensités photométriques et pour ordonnées les sensations correspondantes, en sont la représentation graphique.

2° Les écarts de la sensation de valeur ou de clarté qui

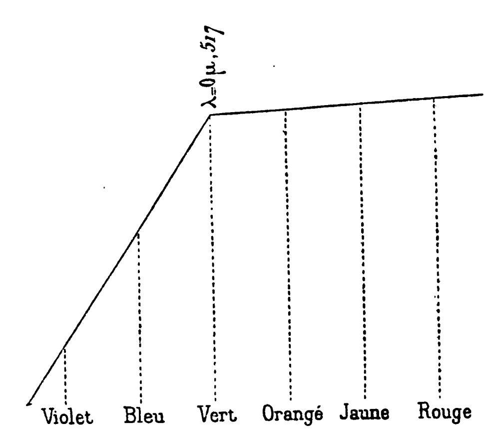


Fig. 4. — Répartition spectrale du phénomène de Purkinje déterminant l'échelle des hauteurs.

accompagnent les variations de l'intensité lumineuse diminuent à mesure que l'on compare avec les radiations courtes des radiations de plus grande longueur d'onde, et cette diminution, très sensible jusqu'à $\lambda = 0,517$ (vert moyen), décroît ensuite comme le représente la figure 4, qui est la courbe de distribution de la tension dans le spectre normal.

3° Cette distribution est propre au seul champ de vision centrale sur une étendue de 45 minutes environ.

Phénomène de Macé de Lépinay.

C'est un phénomène mis en relief pour la première fois par Macé de Lépinay et Nicati, et que je demande la permission d'appeler du nom de mon collaborateur, à qui en revient la paternité.

On connaît la loi de Bouguer-Masson qui est la suivante : présentons à l'œil deux surfaces voisines éclairées, l'une par une quantité Q d'une certaine lumière, l'autre par une quantité $Q' = \Delta Q$ de la lumière de même nature, l'œil cesse de pouvoir apprécier la différence des éclairages de ces deux surfaces lorsque la différence ΔQ est une certaine fraction de l'intensité moyenne Q, c'est-à-dire lorsqu'on a $\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{1}{n}$, n étant une constante qui mesure ce que les physiologistes désignent sous le nom de « sensibilité pour les différences ». *C'est la loi de constance des plus petites différences perceptibles.*

Cette loi, exacte pour les radiations de même espèce, cesse de l'être d'une façon régulière si l'on compare entre elles des radiations différentes.

La répartition de cette irrégularité est celle du phénomène de Purkinje ; la sensibilité de l'œil pour les différences croît rapidement des radiations les plus réfrangibles jusqu'au vert moyen de longueur d'onde $= 0\,\mu,517$, puis beaucoup plus lentement à partir de ce point.

En d'autres termes, *la sensibilité aux différences, constante pour une même lumière, croît et décroît avec la hauteur.* Sa courbe de répartition dans le spectre est celle du phénomène de Purkinje, celle de la figure 4, et doit en être considérée comme un corollaire naturel.

La raison en est fort simple. En effet, les différences

minima de la loi de Bouguer-Masson sont des différences de clarté apparente. Or, les hauteurs de ton sont précisément des différences dans la puissance de clarté inhérente à chaque radiation. Cette puissance de clarté propre doit nécessairement influer sur les valeurs minima de différenciation, les accroître ou les diminuer suivant les cas, lorsque, au lieu de comparer des radiations de même espèce, on établit la comparaison entre des radiations différentes.

Phénomène de Javal.

Les mesures précédentes sont basées indifféremment sur la comparaison photoptométrique des diverses radiations au moyen des deux procédés indiqués : celui qui prend pour base l'égalité des lumières au point de vue distinctif ou procédé des acuités visuelles égales, et celui qui est basé sur l'égalité apparente des ombres qu'elles projettent ou procédé des clartés égales.

Comparés entre eux, les résultats obtenus par les deux procédés se trouvent présenter une différence remarquable (Macé de Lépinay et Nicati, deuxième mémoire des *Annales de chimie et de physique*, p. 53) et qui est la suivante :

Dans les lumières de haute tension et jusqu'à 0 µ, 517, acuités et clartés donnent des coefficients d'égalité sensiblement identiques, quelle que soit l'intensité de l'éclairage, tandis qu'à partir de ce point ils s'écartent l'un de l'autre progressivement, les clartés exigeant des coefficients inférieurs aux acuités, et l'écart s'accentue très rapidement lorsque l'intensité de l'éclairage augmente (il a atteint jusqu'à 1/18).

La distribution des acuités et des clartés dans le spectre

(inverse des coefficients nécessaires pour établir l'égalité) prend la disposition figurative de la figure 5, et la loi du phénomène peut être formulée : *la faculté de distinguer, comparée à la sensation de clarté, croît et décroît avec la hauteur*. Étroitement lié au phénomène de Purkinje, le phénomène de Javal en est une conséquence en même temps qu'une accentuation.

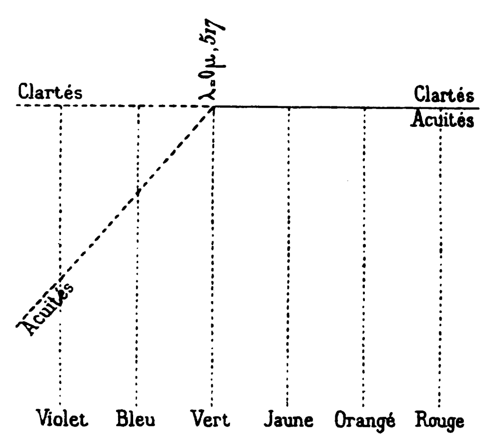


Fig. 5. — Distribution spectrale des acuités et des clartés. (Phénomène de Javal.)

En application usuelle, cela signifie que des traits noirs sont plus sûrement et plus aisément distingués sur papier nuancé de jaune, d'orangé et de rouge, que sur papier nuancé de bleu, et que, d'autre part, ces mêmes traits seront d'autant mieux distingués, par opposition, que l'encre dont ils sont faits sera, au contraire, teintée d'extrême violet.

Cet enseignement est conforme à l'expérience des dessinateurs de noir sur blanc, graveurs, écrivains et impri-

meurs. Voyons d'abord pour le trait, c'est-à-dire pour l'encre. Après des tâtonnements nombreux, c'est l'encre violette qui l'emporte depuis bien des années, détrônant les teintes bleues, vertes, brunes et rouges, dans lesquelles on avait trouvé cependant des noirs bien caractérisés. Voyons ensuite pour le fond, c'est-à-dire pour le papier. Il est aujourd'hui notoire que du papier légèrement teinté facilite la lecture. M. Javal l'a montré le premier et n'a pas eu de peine à persuader les imprimeurs qui, sur son conseil, ont adopté les papiers teintés tirant sur le jaune, l'orangé et le rouge.

Je réponds donc, à qui me demande pourquoi l'on préfère pour la lecture le blanc orangé des papiers modernes au blanc bleuté du linge, que cette lumière produit sur le sens de la vue un effet de tension plus élevée, ou, comme on dit en électricité, d'un voltage supérieur. Lorsque, dans la suite, la force des faits nous aura appris à assimiler le courant nerveux à un courant électrique, il ressortira que cette manière de parler, apparemment métaphorique, n'est, au contraire, que l'exacte vérité.

III

ABERRATION DES HAUTEURS HORS LE CENTRE DU CHAMP VISUEL OU LES CHALEURS DE TON.

La gamme des chaleurs de ton.

Dans le dédale des variétés infinies que le mélange des sensations inspire à la palette du coloriste, il y a un fil conducteur d'ordre spécial répondant à ce que les peintres appellent, en couleur, *chaud* et *froid*, notion tout à fait étrangère aux propriétés calorifiques de la lumière.

Toute lumière est par elle-même chaude, froide ou neutre.

Toute lumière est aussi chaude ou froide par opposition à la lumière voisine qui l'est moins ou davantage.

Il en est ainsi exactement comme pour les acceptions *chaud* et *froid*, dans l'appréciation des températures.

Si l'on demande aux peintres quelle est la distribution du chaud et du froid dans le spectre, ils répondent sans hésiter que la notion chaude présente son maximum dans le jaune vif, son minimum dans le bleu, et la notion froide inversement son maximum dans le bleu et son minimum dans le jaune, près de l'orangé.

A partir du jaune, la chaleur du ton va diminuant vers les radiations plus réfrangibles : vert et bleu sont de plus en plus froid ; mais ici l'ardeur se relève : violet est plus chaud que bleu.

La chaleur du ton va diminuant également à partir du jaune vif dans l'orangé et le rouge. Je sais telle peinture d'un champ de genêts, dont on connaît la belle couleur jaune. Les notes froides y sont figurées par un jaune plus orangé. Décanis, qui en est l'auteur, me l'avait narré bien avant que l'idée même en ait germé dans mon esprit. C'est, du reste, un fait incontestable, qu'il est impossible d'obtenir avec des rouges et même des orangés des effets de soleil aussi éclatants qu'avec des jaunes.

Ce que les peintres appellent *chaleur de ton* répond donc à la courbe suivante marquée par un trait fort, le trait faible rappelant, à titre de comparaison, le tracé des tensions.

Voilà quelle est la distribution spectrale du phénomène. Mais quel est-il en réalité ? Car il ne suffit pas de l'énoncer comme un fait que savent très bien reconnaître les gens de métier, et sur lequel ils s'entendent sans se donner

la peine de le jamais préciser, il faut encore le définir et l'exprimer de façon que tous, professionnels et autres, le puissent reconnaître. Pour répondre, je fais appel encore à l'expérience de la peinture, et relève un fait étroitement lié à celui qui nous occupe sans qu'il y paraisse de prime abord.

Qui a vu peindre d'après nature a pu s'apercevoir que les peintres qualifiés *coloristes* ont fort l'habitude de fixer à côté de l'objet dont ils veulent apprécier ce qui sera

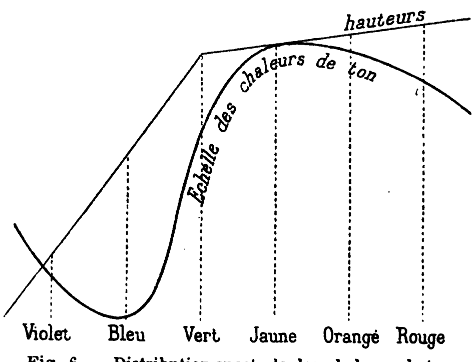


Fig. 6. — Distribution spectrale des chaleurs de ton.

appelé tout à l'heure *sa teinte :* ils en jugent autrement ainsi, disent-ils. On cligne des yeux pour apprécier les valeurs, on les ouvre tout grands pour juger des teintes, etc. C'est donc que la teinte du champ visuel, dans son ensemble, n'est pas tout à fait la même que celle du champ étroit de fixation et que, pour bien déterminer la coloration respective des objets, il importe de négliger cette vision centrale affectée surtout à la distinction exacte.

Tels sont les enseignements de la peinture, voyons la physiologie.

La physiologie connaît également une différence de teinte entre le centre et le pourtour du champ visuel. Donders l'a signalée comme une lacune de la sensation bleue apparaissant au centre sous la forme d'une tache foncée quand on fixe un champ de cette couleur.

La physiologie va plus loin encore. Charpentier (1) a montré qu'à cette tache correspond en réalité un affaiblissement quantitatif de la sensation : des lumières étroites, très faibles, reconnaissables, quand elles sont à côté du point fixé, disparaissent quand on les fixe.

Enfin, il résulte des recherches esthésiométriques communes à M. Macé de Lépinay et à moi qu'il existe au centre du champ visuel une plage mesurant les trois quarts d'un degré angulaire, pour laquelle seule la gamme des hauteurs de tension présente le tracé indiqué dans l'article précédent. Au delà de cette plage et dans tout le reste du champ visuel, le pouvoir de différenciation des valeurs, c'est-à-dire la hauteur du ton, obéit au tracé modifié indiqué tout à l'heure comme étant pour les peintres celui des chaleurs de ton.

Si donc on se place au point de vue exclusif du clair-obscur, point de vue qui est en ce moment le nôtre, on constate que la sensation de hauteur, reconnaissable aux indices qui ont fait l'objet du chapitre précédent, subit, en dehors du centre, une modification essentielle représentant la gamme des chaleurs de ton.

On définira les chaleurs de ton en disant : c'est une gamme excentrique de tonalité, distincte de la gamme centrale des hauteurs à un tracé particulier avec maximum dans le jaune et minimum dans le bleu, au lieu du tracé

(1) Aug. Charpentier, *Sur la production de la sensation lumineuse. Comptes rendus*, 1878.

avec maximum à l'extrémité du rouge et minimum à l'extrémité du violet, qui est celui des hauteurs.

Telle est la troisième et dernière des gammes de tonalité (valeurs, hauteurs et chaleurs de ton), simple aberration excentrique de la gamme des hauteurs, mais plus importante qu'elle au point de vue pratique, parce qu'elle fait la loi à l'ensemble hémisphérique du champ visuel, hormis le seul point minuscule central mesuré par l'étendue d'une fraction de degré. Les peintres, appelés à juger d'harmonies qui s'étalent en larges surfaces, ignorent presque complètement la hauteur proprement dite, ou ne la veulent connaître que comme une source d'erreur, dont il faut se méfier ; ils ont, au contraire, sans cesse à la bouche les mots *chaud* et *froid*.

Documents complémentaires.

Les parties tout à fait centrales de la rétine sont moins sensibles aux radiations bleues que les régions voisines. Donders (la source bibliographique n'en a pu être retrouvée) l'a constaté à l'apparition d'une tache survenant au point fixé quand on regarde fermement la région bleue d'un spectre suffisamment étendu. D'après Charpentier, cette faiblesse relative du centre se manifeste également d'une façon absolue, c'est-à-dire pour une lumière blanche : une pareille lumière très faible et de petite étendue disparaît quand on la fixe, pour réapparaître dans le regard à côté.

Ces deux manifestations d'un phénomène évidemment unique et qui mérite d'être appelé *phénomène* ou *scotome de Donders-Charpentier*, sont les premières en date d'un fait longuement étudié par Macé de Lépinay et Nicati. C'est dans l'étude du phénomène de Purkinje que ces

auteurs l'ont rencontré. Leur expérience fondamentale est la suivante :

« Les deux sources qui éclairaient la petite tige ombrante étaient, d'une part, une source jaune (lampe modérateur et verre jaune); d'autre part, la lumière Drummond tamisée à travers une dissolution étendue de sulfate de cuivre ammoniacal. La tige ombrante avait 8 millimètres de haut sur 1 millimètre de large. Après avoir obtenu l'égalité aussi parfaite que possible des deux ombres, l'observateur étant à 30 centimètres de l'écran, il suffisait que l'observateur s'approchât ou s'éloignât pour que l'égalité de clarté cessât immédiatement. L'observateur se rapprochant de manière à faire croître l'étendue des images rétiniennes, l'ombre bleue devenait de beaucoup plus brillante que l'ombre jaune. L'observateur s'éloignant au contraire, ce qui revenait à diminuer l'étendue de ces images, l'ombre bleue devenait de beaucoup plus sombre que l'ombre jaune. » (Deuxième mémoire, p. 10.)

Un examen plus approfondi aboutit à deux lois, qui sont :

« *Première loi.* — Les coefficients d'égale clarté dépendent de l'étendue impressionnée de la rétine : ils diminuent dans le rouge et augmentent dans le vert, le bleu et surtout l'indigo, à mesure que cette surface diminue.

« *Deuxième loi.* — Si l'on fait varier en progression géométrique l'étendue des images rétiniennes, la variation des coefficients d'égale clarté, rapide d'abord, puis plus lente, s'arrête lorsque la surface de cette image a atteint un certain degré de petitesse.

« Ces variations sont énormes lorsqu'on passe d'un spectre de 8 millimètres de haut à 4 millimètres. Pour en juger, supposons que l'on compare la radiation rouge ($\lambda = 0\mu,670$) à l'indigo ($\lambda = 0\mu,430$). Le rapport des

coefficients d'égale clarté passe de la valeur 1,599 à la valeur 2,717, c'est-à-dire varie dans le rapport de 1 à 1,730.

« Mais toute difficulté disparaît et le rapport des coefficients d'égale clarté de deux radiations simples quelconques devient constant ou, du moins, n'est plus soumis qu'à la seule influence du phénomène de Purkinje, du

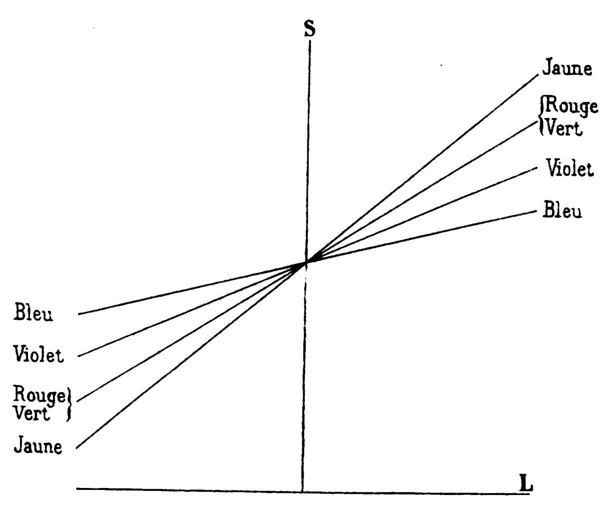


Fig. 7. — Marche relative des intensités apparentes dans les changements de l'intensité lumineuse objective (vision excentrique).

moment que les images rétiniennes sont plus petites que 2 millimètres, ou, ce qui revient au même, du moment que l'ouverture du cône sous lequel on voit l'une ou l'autre des ombres est plus petite que 45 minutes environ. » (*Eod. loc.*, p. 44.)

La loi des hauteurs est donc trouvée constante seulement dans le champ de vision directe = 45 minutes, cor-

respondant à la vision avec la fossette centrale de la rétine. En dehors de ce champ, il intervient un fait nouveau.

Vient-on à figurer pour le champ de vision excentrique, comme nous l'avons fait pour le phénomène des tensions, les accroissements et diminutions de la sensation de valeur par rapport aux changements de la lumière objective, on n'obtient plus la disposition régulière de la figure 3, mais la disposition intervertie de la figure 7, avec rouge et vert au même niveau entre jaune et violet, jaune et bleu occupant les deux extrémités.

Vient-on à dresser pour le même champ excentrique de vision par une courbe continue de distribution spectrale le degré de stabilité des sensations de clarté par rapport aux variations de l'intensité photométrique, cette courbe, différente de celle des hauteurs, a son maximum dans le jaune et son minimum dans le bleu, elle s'abaisse dans le rouge et se relève dans le violet. C'est, en résumé, la courbe en trait fort de la figure 6, qui est la courbe de distribution spectrale, échelle ou gamme des notes de couleur connues sous le nom de *chaleurs de ton*.

IV

LES TEINTES.

Premières données.

On appelle *teintes* les accords ou sensations harmoniques qui nous renseignent sur la relativité des notes de hauteur.

Un œil doué des seules tonalités, très habile à différencier l'intensité des tons, ainsi qu'il apparaît aux yeux privés de la sensation de teinte (voir liv. III), est, au con-

traire, très inhabile à la distinction des hauteurs. Deux moyens accessoires sont à sa disposition à cette fin, les phénomènes eux-mêmes sur lesquels on a édifié l'échelle des hauteurs et celle des chaleurs, à savoir : l'inégalité d'effet produit par les variations de l'intensité lumineuse objective (phénomène de Purkinje et ses corollaires) et les différences qu'offrent à ce point de vue le centre et la périphérie du champ visuel (phénomène et gamme des chaleurs). L'utilisation de ces phénomènes exige une grande attention et un réel effort de jugement.

Comment se fait-il que la très grande majorité des hommes reconnaît d'emblée et sans aucun appel au jugement la hauteur relative des tons, et donne à ces relativités des noms qui font partie du savoir le plus vulgaire, tels que vert, rouge, bleu, etc. La raison en est bien simple, c'est que les hommes sont doués d'une sensation spéciale, concernant la relativité des hauteurs, celle-là même que l'on appelle d'un nom commun, *la teinte*.

Les notes de teintes sont : *a*), toutes les sensations plus ou moins saturées que l'œil parvient à différencier dans l'arc-en-ciel, et, en plus, le pourpre, note intermédiaire entre les extrêmes rouge et violet ; *b*), le blanc et son contraste, le noir, auquel nous apprendrons à reconnaître une qualité effective, en dépit de la physique courante, qui enseigne le contraire ; *c*), enfin les dégradations par lesquelles chaque teinte tend à s'approcher progressivement du blanc.

Les principales teintes sont :

Rouge et ses dégradations	vers le blanc	et le	noir.
Rouge-orangé	—	—	—
Orangé	—	—	—
Jaune	—	—	—
Jaune verdâtre	—	—	—
Vert	—	—	—

Vert bleuâtre (vert d'eau) et ses dégradations vers le blanc et le noir.			
Bleu	—	—	—
Bleu violâtre (outremer)	—	—	—
Violet	—	—	—
Violet rouge (pourpre)	—	—	—

Les teintes sont, disons-nous, des sensations de relativité, des intervalles et des accords, comme on dit en musique ; il s'agit de le démontrer et d'en exposer les principaux exemples, à savoir : les teintes fondamentales, l'accord de tonique ou teinte blanche, les teintes secondaires et complémentaires.

Les teintes sont des intervalles et des accords.

Comme les intervalles et les accords en musique, les teintes n'existent pas par elles-mêmes, mais seulement par comparaison. En voici la preuve dans des expériences faciles à contrôler.

Entrons dans le laboratoire où le photographe opère à l'abri dans une lumière absolument monochrome. Nous reconnaissons tôt à l'arrivée, en particulier à la vue de la fenêtre, que cette lumière est rouge. Mais, fermons la porte et attendons que toute impression du dehors soit effacée ; quel n'est pas alors notre étonnement de constater la disparition totale du rouge et son remplacement par de simples différences de clarté ! Nous savons, par le souvenir, que nous baignons en pleine lumière rouge, mais nous sommes incapables de nous en rendre compte. Le même fait est tout aussi frappant avec la lumière monochrome jaune d'une flamme de sodium, comme on l'observe en faisant brûler de l'alcool en présence du sel de cuisine. Tout y est absolument jaune, et, pourtant, je mets au défi qui que ce soit de le reconnaître sans la comparaison avec quelque rayon de lumière extérieure.

Une note de teinte quelconque perd donc la qualité de teinte dès qu'elle se présente isolément, exactement comme un son perd la qualité musicale quand il est seul. Elle n'existe pas par elle-même, mais seulement par comparaison et représente une sensation harmonique de hauteur, une note d'harmonie dans le jeu habituellement polychrome de la lumière naturelle. Les teintes sont les accords de la couleur, et, plus précisément, les accords des hauteurs de la couleur.

Si, pour faciliter l'argumentation, l'on assimile provisoirement les hauteurs aux longueurs d'onde des physiciens, on constate ce qui suit :

Les longueurs d'onde des principales teintes forment ensemble une progression géométrique exactement comme, en musique, les octaves. On sait que chaque octave musical représente un nombre de vibrations double de l'octave précédent et moitié de celui qui lui succède ; les octaves musicaux forment donc une progression géométrique de raison = 2. Les principales couleurs se succèdent de même dans le spectre, et le rapport numérique entre les longueurs d'onde qui les provoquent est une constante, une raison géométrique = 1,125 ou 9/8.

	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.	
	Violet.		Bleu.		Vert.		Jaune.		Orangé.		Rouge.	
0,381 μ	1,125	0,429 μ	1,36	0,482 μ	1,41	0,532 μ	1,59	0,690 μ	1,78	0,675 μ	2	0,762 μ

Le point de départ est choisi, pour des raisons qui apparaîtront nettement plus tard, dans une longueur d'onde inférieure à celle des plus courtes radiations perceptibles.

Je m'empresse de remarquer qu'en représentant l'échelle des hauteurs par les longueurs d'onde qui leur correspon-

dent habituellement, on commet sciemment une inexactitude. Les hauteurs proprement dites ou tensions des sensations de couleur suivent, nous l'avons vu, une échelle sensiblement différente. Nous reconnaîtrons tout à l'heure les vraies hauteurs dans les teintes fondamentales, rapports ou accords en tout analogues à ceux de la gamme musicale interoctavienne.

De même qu'en musique, les notes diffèrent de hauteur suivant la tonique choisie; ainsi les teintes varient suivant une certaine tonique à déterminer tout à l'heure. Les expériences qui le prouvent sont de tous les instants. Elles appartiennent à la pratique usuelle, à celle de la peinture, comme de la simple toilette. Tel lilas devient rouge ou bien violet, tel vert devient jaune ou bleu, tel rouge devient violacé ou orangé et ainsi de suite, suivant le milieu dans lequel on les voit. Cela est si vrai que l'on entend couramment discuter de mémoire sur la teinte des choses, alors que pourtant tout le monde est d'accord sur les noms à donner aux teintes, et d'accord aussi, quand l'objet de la discussion est sous les yeux. Il est donc de science courante incontestée que la teinte change suivant le *milieu* qui l'entoure, exactement comme une même note change de caractère quand on l'entend jouer dans des orchestres diversement accordés. Et la conclusion à en tirer est que la teinte représente une grandeur relative, un rapport et, pour employer le langage musical, un intervalle ou un accord.

Les teintes fondamentales.

Tout comme sont, en musique, les intervalles au nombre de trois : la tierce, la quinte et l'octave, dont on fait dériver tous les autres (voir au livre de l'Harmonie, chap. III),

de même, en peinture, les teintes fondamentales, également au nombre de trois, reproduisent par leurs combinaisons toutes les autres teintes. Il y a trois manières de le démontrer : le mélange des couleurs sur la palette, le mélange des radiations isolées par le spectre, enfin la superposition de sensations rapidement successives, comme on l'obtient par la rotation rapide d'un disque divisé en secteurs diversement colorés.

Les peintres ont de tout temps utilisé ce fait pour varier à l'infini, à l'aide d'un petit nombre de couleurs, les notes qui leur servent à rendre l'aspect des choses. Leurs éléments sont le *bleu*, le *jaune* et le *rouge*, qu'ils appellent *couleurs simples*. Le terme *couleur simple* ne doit pas être confondu avec le terme *radiation simple*, employé par les physiciens. Celui-ci désigne de la lumière homogène, c'est-à-dire formée de radiations d'une seule et même longueur d'onde, et il y en a une infinité ; tandis que les couleurs simples désignent les pigments au nombre de trois seulement, qui suffisent, par leur mélange sur la palette, à reproduire toutes les teintes. C'est une expression de métier, empruntée à la pratique matérielle de la peinture.

Les physiologistes se sont attachés à poursuivre le même résultat à l'aide de leur palette spéciale faite de radiations simples, isolées par le spectre. Leurs recherches ont abouti à une conclusion qui n'est pas exactement celle des peintres. Ils ont bien réussi à reproduire, plus ou moins bien, l'ensemble des nuances de teinte à l'aide de trois unités de radiations simples, mais ces unités portent d'autres noms : *violet*, *vert*, *rouge*. Depuis leurs travaux, ces trois dernières couleurs ont été élevées à la dignité de *couleurs fondamentales*, et c'est grand malheur à cause de la confusion qui en est résultée dans le langage. A mon avis, les physiologistes ont tort, et voici pourquoi :

Les radiations isolées du spectre sont loin, ils le disent eux-mêmes (1), de donner, dans les conditions très particulières de leur production spectrale, des teintes aussi saturées que celles que l'on peut obtenir dans les circonstances plus favorables de la peinture. C'est donc qu'il est illusoire de poursuivre avec les radiations simples la solution de ce problème de pure sensation, ou en tout cas qu'il est inexact de généraliser une solution vraie seulement pour des circonstances très spéciales.

Une autre raison doit être tirée des faits par lesquels on a établi qu'une même radiation n'éveille point constamment une même sensation, mais, au contraire, une sensation qui varie dans d'assez fortes limites avec la tonique choisie. Je le demande, est-il loisible de chercher dans ces conditions une note de radiation correspondant exclusivement à chaque teinte fondamentale ?

Quant aux motifs empruntés au troisième procédé de mélange, celui des superpositions rotatives, il m'importe peu qu'ils soient en faveur de la thèse des peintres ou qu'ils lui soient contraires. Nous apprendrons à connaître tout à l'heure des phénomènes réflexes consécutifs à toute sensation (nuances réflexes), qui, en compliquant les résultats, empêchent de les utiliser pour la solution du problème actuel.

N'en déplaise donc aux physiologistes mes confrères, je prendrai la liberté d'en rester à la longue pratique des peintres et d'appeler *teintes fondamentales* celles que l'exercice de la palette leur a appris à reconnaître pour telles. Il me paraît aussi impossible de discuter sur ce point qu'il peut paraître impossible à un musicien de rechercher d'autres accords fondamentaux que ceux de tierce, de quinte et d'octave.

(1) Helmholtz, *Optique*, p. 385 (294).

La teinte blanche ou accord de tonique.

Le physicien définit le blanc la lumière solaire d'un jour sans nuages, composée des radiations différentes qui s'étalent dans l'arc-en-ciel. Telle ne peut être la définition du physiologiste. Celui-ci sait que le blanc est une sensation constante résultant de mélanges lumineux très variables. Voici, pour le prouver, deux tableaux représentant chacun un cheval sur fond de teinte différente. Je les découpe et les transporte l'un à la place de l'autre. Certainement, ils n'apparaissent plus blancs ni l'un ni l'autre. D'autre part, voici du papier, il est également blanc à la lumière artificielle et à la lumière du jour, quelle qu'en soit la composition physique momentanée. La sensation blanche ne répond donc nullement à une lumière de composition constante, et sa définition est à chercher ailleurs.

Je rappelle d'abord qu'on appelle *tonique*, en musique, la note qui sert de point de départ aux accords. Une gamme musicale est un fragment de l'échelle générale des hauteurs musicales, ayant un point de départ sensible choisi à volonté. La note tonique peut être par conséquent frappée et entendue, mais cela n'est point nécessaire, on la reconnaît aussi par la frappe de l'accord parfait majeur : tierce-quinte-octave. On désigne, par exemple, la tonique *do* tout aussi bien en frappant *mi-sol-do* qu'en frappant seulement le *do* d'en bas.

Les intervalles ou teintes forment une gamme unique dans l'échelle des hauteurs optiques. La tonique y occupe le zéro de la sensibilité, qui, tout en étant une valeur insensible, n'en est pas moins une unité effective représentant la force nerveuse équilibrée dans l'état de repos (voir deuxième partie de cet ouvrage). La tonique elle-même

étant donc insensible, il reste, pour la caractériser, le procédé complexe de la musique, celui qui consiste à frapper l'accord parfait majeur, ou, en langage optique, bleu-jaune-rouge. Or, l'accord bleu-jaune-rouge, mélange des trois teintes fondamentales, répond à la sensation de blanc. Le blanc est donc l'accord parfait majeur de la tonique, et sert à déterminer cette note invisible.

Comme le *la* de la gamme musicale, la tonique picturale est de hauteur variable, et l'accord parfait majeur ou blanc est une essence changeante. Telle peinture a un blanc rosé ou bien ambré, ou tirant sur le jaune, ou encore verdâtre, bleuté et enfin violacé. Chaque peintre, lorsqu'il a trouvé sa voie, adopte généralement une qualité de blanc qui caractérise sa peinture et souvent la fait reconnaître au premier coup d'œil, mieux que la composition et le faire de son dessin. C'est le blanc qui caractérise la *palette* du peintre, ce mot étant pris dans un sens harmonique.

Les extrêmes toniques sont représentées par les harmonies opposées que l'on nomme *effets d'intérieur et d'extérieur*. L'*effet d'intérieur*, ou plus exactement d'atelier, répond aux conditions d'un atelier transformé en chambre noire, avec, pour objectif, fenêtre au nord. Dans ces conditions précises, et surtout si le ciel est sans brune, les blancs sont les notes basses (olivâtres) des portraitistes espagnols. L'*effet d'extérieur* prend, au contraire, ses clairs dans les tons élevés jaunes, orangés et rouges, qui sont ceux des blancs ensoleillés.

Les teintes ou accords secondaires et complémentaires.

Le mélange de deux teintes secondaires donne lieu à un accord complexe nouveau. Les accords ainsi formés entrent eux-mêmes en combinaison pour former des ac-

cords plus complexes encore, qui sont également des teintes, et ainsi de suite à l'infini. Les combinaisons de teintes sont donc infinies, et c'est une loi fort importante. Par exemple, bleu et rouge donnent violet, violet et rouge donnent pourpre, pourpre et bleu donnent outremer, et ainsi de suite, car les peintres nomment des combinaisons plus complexes encore, et surtout ils en créent pour rendre les variétés extrêmes de la sensation. Il y a donc, à côté des teintes fondamentales, des *teintes secondaires* de premier, de deuxième, de troisième ordre et au delà.

C'est une loi absolue des mélanges, qu'une teinte secondaire jouit de toutes les propriétés de ses composantes dans la formation de mélanges nouveaux. Ainsi, le résultat final est absolument le même si l'on mélange à une teinte quelconque du violet ou séparément le rouge et le bleu qui le composent. Ce fait a une première conséquence remarquable entre toutes, c'est que l'accord parfait majeur appelé *blanc*, doit être obtenu indifféremment ou par les trois notes fondamentales de l'accord ou par les teintes quelconques en nombre quelconque, qui résultent de leur combinaison dans les mêmes proportions.

Une autre conséquence de cette loi est que, si l'on considère n'importe quelle teinte fondamentale ou secondaire, il est toujours possible de trouver une autre teinte qui la complète pour faire du blanc. Deux teintes ainsi accouplées portent le nom de *teintes complémentaires*. On connaît couramment les complémentaires des teintes fondamentales qui sont, pour chacune, le mélange des deux autres, et sont rappelées par la figure classique représentant un triangle inscrit dans un cercle. Les fondamentales occupent les sommets du triangle, et leurs complémentaires les côtés opposés.

La nature nous a doués d'un phénomène nerveux spon-

tané, d'une sensation, qui enseigne exactement, étant donné une teinte quelconque, sa complémentaire; ce phénomène est le réflexe de teinte que l'on étudiera ci-après dans les nuances.

Pour obtenir le blanc de deux teintes complémentaires, il faut que la combinaison représente certaines proportions de quantité correspondantes à la constitution momentanée de l'accord de tonique, c'est-à-dire qu'elle enferme les teintes fondamentales en proportions définies par les

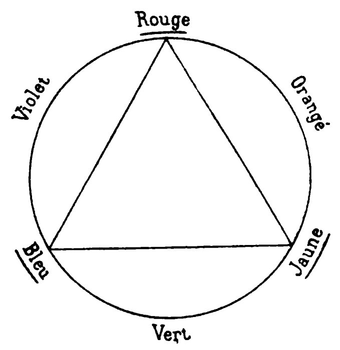


Fig. 8. — Teintes fondamentales et leurs complémentaires.

circonstances optiques du milieu présent. Toutes autres proportions donnent lieu à des teintes secondaires plus ou moins mélangées de blanc, et cela nous amène à une dernière conséquence de la loi des mélanges illimités, c'est l'entrée en combinaison de la teinte blanche qui fait ce que l'on appelle les *saturations de teinte.*

Le mot de *saturation* est emprunté à la technique de la peinture. Il désigne les variations de teinte ou dégradations que l'on obtient en mélangeant du blanc aux pigments d'autres couleurs. Chaque teinte devient ainsi le

point de départ de notes multiples formant toute une gamme de saturation, et l'on compte autant de ces gammes qu'il y a sur la palette de pigments différents et de combinaisons possibles entre eux.

Il y a donc, comme on vient de le voir, deux façons d'introduire du blanc dans un mélange. Dans la première, on associe directement la teinte blanche à celle que l'on veut rendre moins saturée. Dans la seconde, on introduit le blanc d'une façon indirecte en associant des teintes non complémentaires : on mélange, par exemple, un rouge et un vert non exactement complémentaires ; le résultat doit être la neutralisation des quantités de vert et de rouge formant l'accord de blanc et l'apparition d'une teinte accessoire qui est ou du rouge ou du vert, suivant que l'un ou l'autre est en excès. Cette teinte accessoire, moins saturée que celle dont elle dérive, est une combinaison de celle-ci avec le blanc.

L'échelle de saturation peut être considérée aussi comme appartenant aux nuances, dont il sera traité dans l'article suivant.

Illustration acoustique de la théorie des teintes : un harmonium interprète.

Si l'on a bien saisi la portée de cet exposé, on comprendra qu'il soit possible d'illustrer, par les phénomènes acoustiques, la théorie harmonique des teintes.

Soit un clavecin, comme on en fait pour les enfants. Qu'il soit réduit aux limites étroites d'un seul octave ; qu'il possède, enfin, les seules notes représentant la tierce, la quinte et l'octave ou l'accord parfait majeur d'une tonique silencieuse, il est possible de reproduire, à l'aide de ces trois notes, frappées isolément ou diversement superposées

en qualité et en intensité, toutes les combinaisons que nous avons supposées. Apte à la traduction acoustique de l'harmonie élémentaire des teintes, un pareil instrument peut être appelé leur interprète.

Bien mieux que lui encore, un harmonium ferait l'affaire. Je le suppose formé de trois tuyaux d'orgue accordés en tierce, en quinte et en octave de la tonique absente, et animés chacun d'une soufflerie indépendante. Il est possible, grâce à ce dernier artifice, de charger en proportions quelconques les poids des soufflets, de varier à volonté, par conséquent, l'intensité relative des trois sons. On prendra pour point de départ et pour base de relation des intensités, les poids correspondants à un moment où les trois sons sembleront se fondre le plus complètement dans l'accord parfait. Les combinaisons que l'on peut obtenir sont ainsi rendues presque infinies, et l'on en obtiendra des variations sensibles à l'ouïe, probablement en aussi grand nombre qu'il y a de teintes reconnaissables à la vue.

A côté de cet appareil, il en pourrait fonctionner un autre destiné à représenter parallèlement les couleurs correspondantes sous la forme d'un disque de Masson. On sait que cet appareil consiste en un disque rotatif divisé en secteurs de colorations différentes, et l'on sait aussi que les trois couleurs simples ou accords fondamentaux, bleu, jaune, rouge, répartis sur le disque en proportions convenables, fusionnent, par le mouvement rotatoire, en une sensation unique neutre de blanc grisâtre. Les surfaces relatives de chacun des trois secteurs nécessaires pour obtenir ce résultat étant prises pour unités, on pourra les varier parallèlement aux poids équivalents des souffleries dans l'harmonium. Ainsi, d'une part, les poids; d'autre part, les surfaces détermineront dans l'un et l'autre appa-

reil les intensités relatives des éléments harmoniques, tierce, quinte et octave, qui entrent dans la combinaison des deux phénomènes, son et couleur. On pourra représenter de la sorte quelque chose comme une traduction réciproque des deux sortes d'harmonie.

Il me souvient ici des tentatives anciennes par lesquelles on a déjà cherché à rendre sensible l'assimilation des teintes aux harmonies musicales. Le docteur Dujardin, de Lille, vient précisément d'en exhumer un échantillon fort intéressant emprunté à d'anciens « mémoires pour l'histoire des sciences et des beaux-arts » (Trévoux, 1735 et 1759), *le Clavecin oculaire* du père Castel, instrument inventé pour jouer parallèlement et simultanément des sons et des couleurs. Au lieu de placer, comme nous, la tonique au zéro de la sensibilité, c'est-à-dire au-dessous de l'ultra-violet, cet auteur avait proposé de la mettre au niveau du bleu ; mais, à l'exécution de l'instrument, faite par un élève de Castel, un physicien anglais, il avait, dit-on, fallu changer la tonique, et l'on n'ajoute pas sur quelle note le choix s'était définitivement fixé.

Si parfaits que soient les instruments de ce genre, je laisse à penser combien pourront être nombreux les accidents capables d'en altérer le parallélisme. Je laisse à penser surtout combien inexacte serait une assimilation formelle des deux ordres de phénomènes, ainsi qu'il résulte de cette seule remarque : le mélange des teintes fait disparaître les sensations primitives des composantes, tandis que la superposition des tons, tout en donnant lieu à des harmonies nouvelles, laisse subsister la perception des harmonies composantes.

V

LES NUANCES.

Définition.

L'assemblage des teintes donne lieu à des harmonies nouvelles que l'on appelle *nuances*. Ce mot désigne donc des harmonies complexes nées de l'association des teintes. Il se trouve être aussi, par la force des choses, synonyme de changement de teinte et voici pourquoi. L'intervention d'une note nouvelle dans un accord (et il faut qu'il en intervienne pour produire l'harmonie complexe de nuance) amène nécessairement avec elle des relations nouvelles avec chacune des notes en présence. L'introduction d'une note en plus dans un accord de musique fait de même. Il en résulte nécessairement une modification de toutes les sensations en présence, un changement des teintes.

Ainsi, lorsqu'un nuage vient à passer dans le ciel, il imprime aux teintes des objets que le ciel éclaire des modifications sensibles. Le terme *nuance*, dérivé de nue, a cette origine. Il désigne les changements de teinte qui se succèdent naturellement dans l'étendue du champ visuel sous l'influence des jeux de la lumière, ou simplement le phénomène des changements de teinte. Or, Dieu sait s'ils sont nombreux ces changements que les chantres de la palette ont maintes fois célébrés!

« Suivons, avec Vibert (1), le cardinal habillé de rouge qui se promène dans ses jardins. Il change de couleur à tout instant, selon qu'il reçoit les rayons aveuglants du

(1) J.-G. Vibert, *la Science de la peinture*. Paul Ollendorf, quatrième édition.

soleil, les reflets blancs d'un nuage, ou qu'il s'enfonce dans la pénombre d'une allée couverte. Suivant qu'il se détache sur le vert intense des pelouses ensoleillées, sur le vert sombre des cyprès, sur la surface argentée d'un lac ou sur l'azur du ciel, il change encore. Il change toujours, pâlissant devant un massif de géraniums et rougissant devant le marbre des statues ; il s'assombrit à mesure que le jour baisse, jusqu'à devenir d'un pourpre obscur, et c'est vêtu de noir comme un simple prêtre qu'il rentre en son palais aux dernières lueurs du crépuscule. »

On ne saurait exposer d'une façon plus saisissante ce que sont les nuances en général. Ce sont les nuances qui donnent aux couleurs leur mobilité charmante. Elles leur donnent le mouvement, partant la vie. Tâchons donc d'en poursuivre le classement et l'explication.

Trois sortes de nuances doivent être distinguées : 1° celles que produisent les simples variations d'intensité lumineuse ; 2° celles que provoque dans le champ visuel entier le changement de hauteur d'une de ses parties ; 3° les nuances réflexes ou nuances de contraste ; on doit enfin 4° considérer comme appartenant aux nuances l'échelle des saturations, que nous venons d'étudier et que nous n'exposerons pas à nouveau.

Nuances produites par les variations de l'intensité lumineuse.

La teinte des objets change avec l'intensité de la lumière qui les éclaire. Nous l'avons déjà dit lorsque nous avons utilisé ce fait pour établir et différencier la gamme des hauteurs et son aberration dans le pourtour du champ visuel, qui fait les chaleurs de ton. Le phénomène fondamental consiste en un changement de la proportion rela-

tive des hauteurs en présence (phénomène de Purkinje). Il a pour conséquence naturelle des modifications dans leurs rapports, qui s'accusent à nos yeux par des changements de teinte, ceux-là mêmes que nous voulons étudier.

Ces nuances sont bien connues et aisément démontrables. Voyons d'abord ce qui a lieu dans la presque totalité du champ visuel, qui représente le domaine excentrique des chaleurs de ton, et considérons à cet effet les couleurs disposées en cercle.

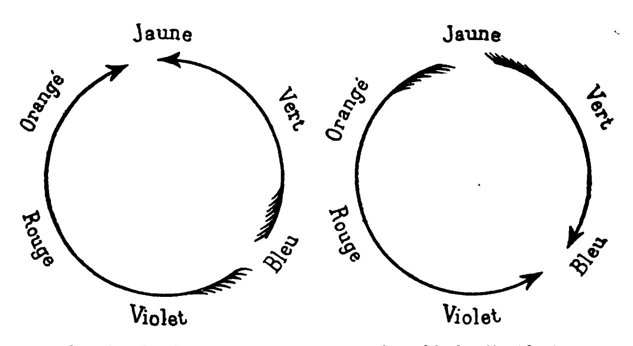


Fig. 9. — Marche des changements de teinte que produisent les variations de l'intensité lumineuse dans le champ excentrique de la vision.

Quand la lumière augmente, le violet devient plus rouge, le rouge plus orangé, l'orangé plus jaune, et de l'autre côté le bleu devient plus vert, le vert plus jaune.

Quand la lumière diminue, le jaune devient plus orangé, l'orangé plus rouge, le rouge plus cramoisi, le cramoisi plus violet, le violet plus bleu, et de l'autre côté le jaune plus jaune vert, et le vert plus bleu.

Si donc les raies du spectre sont immuables, ses teintes ne le sont pas. De sorte que si l'on a décrété, par exemple,

que le rouge vrai est entre telle et telle raie, comme il marche à droite ou à gauche selon l'intensité de la lumière, il ne restera pas toujours entre ces raies.

Voyons ensuite ce qui se passe dans le champ étroit et limité de fixation formant une surface angulaire centrale de moins d'un degré. Je recommande un moyen simple de faire cette expérience. Il consiste à regarder des surfaces colorées à travers les deux mains fermées en forme de tube et ne présentant qu'un étroit orifice facile à graduer à ses deux extrémités. On commence par rétrécir l'orifice éloigné jusqu'à réduire la surface observée à une toute petite plage. Ce point obtenu, on rétrécit progressivement et l'on élargit tour à tour l'orifice tout près de l'œil. Ce dernier mouvement a pour effet de couvrir partiellement la pupille et de diminuer en même temps la quantité de lumière qui frappe la rétine; il équivaut sûrement à une diminution d'intensité lumineuse.

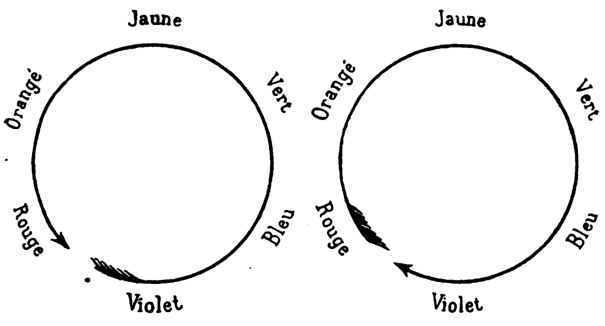
Prenons un vert, accord ou mélange de bleu et de jaune dans une proportion définie. Les quantités relatives de bleu et de jaune changent avec l'intensité de l'éclairage, et il en résulte une oscillation dans un sens ou dans l'autre faisant apparaître soit un vert bleuâtre, quand l'éclairage baisse, soit un vert jaunâtre quand, au contraire, l'intensité lumineuse augmente.

Prenons encore un violet, accord ou mélange de rouge et de bleu. La quantité apparente de bleu augmentant quand l'éclairage baisse, le violet deviendra bleuâtre en cette occurrence; la quantité de bleu diminuant au contraire quand l'éclairage augmente, le violet en deviendra rougeâtre.

De même un orangé, mélange de rouge et de jaune, deviendra orangé rougeâtre dans une lumière plus intense et orangé jaunâtre dans une lumière moins intense.

Les couleurs fondamentales elles-mêmes seront nuancées dans le même sens et tendront à se rapprocher du bleu avec la chute du jour, à s'en éloigner au contraire et à se rapprocher de l'extrême rouge dans le cas inverse.

Le blanc enfin résume toutes les expériences qui viennent d'être énumérées en se teintant successivement de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel, du blanc rougeâtre au blanc violacé quand la pupille se ferme et du blanc violacé au blanc rougeâtre quand la pupille s'ouvre.



Quand la lumière augmente. *Quand la lumière diminue.*

Fig. 10. — Marche des changements que produisent les variations de l'intensité lumineuse dans le champ étroit de la vision centrale.

La différence entre le centre et le pourtour du champ est donc la suivante, au point de vue des nuances provoquées par les changements d'intensité lumineuse : tandis que, dans le pourtour (domaine des chaleurs de ton), les teintes se déplacent d'un côté et d'autre, tantôt vers le jaune, tantôt vers le bleu, dans le centre (domaine des seules hauteurs de ton), elles tendent au contraire à se déplacer uniformément vers l'extrême rouge lorsque la lumière est en croissance et, en sens inverse, vers l'extrême violet, lorsqu'elle décroît.

Mais rien n'est mobile comme l'intensité de la lumière. Elle varie à chaque instant, suivant l'heure du jour, l'état du ciel et suivant la simple inclinaison des objets. Alors voici ce qui arrive, c'est que les teintes sont en état d'incessant changement ou de continuelle nuanciation due tout simplement aux variations de l'intensité lumineuse.

Qu'est-ce donc qui donne leur charme aux levers et aux couchers du soleil? Ce n'est pas seulement la coloration plus prononcée; ce n'est pas non plus la seule présence d'ombres plus longues; c'est, avant tout, le changement gradué de l'intensité lumineuse. Par lui, et grâce aux nuances ou changements de teinte qu'il provoque, le thème est modifié d'instant en instant, non seulement en valeur, mais aussi en teinte. Grâce aux nuances d'intensité, le lever et le coucher du soleil, au lieu d'être simple épanouissement ou vulgaire extinction de couleur, sont les drames en actes successifs, les mélodies puissamment orchestrées, auxquels on ne se lasse pas d'assister.

Est-il rien de fatigant et de monotone à la fois comme la fixation prolongée d'un tableau, alors que cependant il n'est rien comme un tableau pour égayer un appartement? C'est que le tableau fixé ne vit pas; tandis qu'entrevu par intervalles, il diffère chaque fois de lui-même, l'éclairement ayant varié et les teintes avec lui.

Le musée, qui est une mosaïque, devient une salle de danse où les couleurs oscillent à plaisir en harmonies chatoyantes sans cesse renouvelées, si le bonheur veut qu'un nuage passe au ciel ou qu'un volet à la disposition du visiteur permette d'éveiller ou d'éteindre l'éclairement.

Nuances effectuées dans la totalité du champ par le changement de hauteur de l'une quelconque de ses parties.

Les teintes changent spontanément par le seul fait des changements qui interviennent dans la hauteur d'une partie quelconque du champ visuel.

Voici, par exemple, une femme en toilette claire composée de teintes diverses jouant entre elles et avec la physionomie de celle qui la porte. Que l'on y introduise une note nouvelle, un nœud dans le corsage, une fleur dans les cheveux, tout aussitôt l'aspect des autres teintes en est modifié, ainsi que l'effet général. Une comparaison musicale en fera comprendre la raison.

Que l'on fasse entendre simultanément plusieurs notes de musique et qu'ensuite l'on supprime une de ces notes ou que l'on en introduise une nouvelle, on sait qu'il en résulte un effet général nouveau. Dans le premier cas, l'on a supprimé non pas une note seulement, mais un ensemble d'accords : tous les accords partiels des autres notes avec celle que l'on supprime. Dans le second cas, l'on a introduit avec une note nouvelle toute la série des accords multiples faits de la relation des autres notes avec elle. Dans l'un et l'autre cas, enfin, chaque note a pris une position harmonique nouvelle, et l'effet général s'en trouve nécessairement aussi transformé.

C'est exactement la même chose dans les accords qui composent le champ visuel. La suppression comme l'introduction d'une note équivalent à la suppression et à l'introduction d'autant d'accords qu'il y a de notes en présence, et l'aspect ou la teinte de l'ensemble comme la teinte de chaque note en particulier s'en trouvent modifiés.

Ces changements sont naturellement remarquables à la tonique. On est frappé de voir une surface préalablement blanche perdre cette qualité et inversement une surface précédemment teintée devenir blanche. Mais ils sont non moins apparents aux teintes quelconques, comme on peut s'en assurer dans la fréquentation des ateliers de peinture. Delacroix n'a-t-il pas dit : « Donnez-moi de la boue et j'en ferai la peau d'une Vénus, si vous me laissez la faculté de l'entourer à ma guise (1)? »

Les modifications de teinte qui ont fait l'objet de ce paragraphe sont faciles à distinguer de celles causées par les variations de l'intensité lumineuse générale, à cause des circonstances mêmes qui les produisent. Comme les précédentes, elles ne représentent que des écarts peu importants : une déviation de quelques points dans l'échelle spectrale des teintes. Ce caractère les différencie nettement des nuances réflexes qui nous restent à considérer.

Nuances réflexes, nuances complémentaires, Nuances de contraste.

Les teintes subissent enfin les changements causés par les sensations récurrentes ou réflexes qui se produisent au dedans de nous par le jeu même des hauteurs. Ces réflexes consistent en des effets surajoutés, où l'analyse des sensations apprend à reconnaître l'apparition de teintes complémentaires de celles qui les provoquent. Examinons les faits.

Nuances réflexes simultanées (*contrastes simultanés*).— Plaçons au milieu d'une surface teintée une plage d'autre teinte et considérons le résultat d'abord au seul point de

(1) *Journal d'Eugène Delacroix.* Plon, Nourrit et Cie, éditeurs, Paris, 1895.

vue de la puissance de sensation propre à chacune des teintes en présence. On sait qu'il en résulte pour chacune un accroissement, c'est ce que l'on exprime quelquefois en disant que l'une et l'autre teinte en sont avivées ou relevées. Cet effet est plus ou moins grand suivant que les teintes en présence sont plus ou moins complémentaires. Par exemple un costume bleu est relevé par un filet d'autre couleur, et surtout par un filet de teinte orangée. Relever une couleur, c'est augmenter la sensation que l'on en éprouve.

La diversification des teintes a donc comme résultat d'accroître l'intensité de la sensation. Ce fait, qui est à la base du problème des nuances réflexes, prouve l'entrée en jeu d'un élément de sensation surajouté aux éléments existants.

Poursuivons maintenant ce qui concerne la qualité même des sensations, c'est-à-dire des changements de teintes ou nuances et reprenons, à ce point de vue, l'expérience fondamentale de tout à l'heure.

Nous choisirons, en premier lieu, le cas où l'une des teintes est blanche, en peignant, par exemple, sur papier ordinaire, une tache d'autre teinte quelconque. Voilà ce qui se passe : si la tache est rouge, le papier paraît verdâtre ; si elle est bleue, il devient orangé ; si elle est violette, il devient jaune, et ainsi de suite, ou, d'une manière générale, « le blanc est nuancé de sensations complémentaires à celle de la tache ». Cette nuance n'est pas uniforme, elle est surtout prononcée au pourtour de la tache et va diminuant ensuite graduellement à mesure que l'on considère un point plus éloigné.

Continuant toujours la même expérience, nous choisirons maintenant comme tache et comme fond des teintes quelconques. Ce qu'il eût été difficile de démontrer d'em-

blée devient à présent aisé à reconnaître : chaque plage de teinte s'entoure d'une auréole de la teinte complémentaire qui embrasse en dégradations progressives l'ensemble du champ visuel. L'effet en est l'altération ou la nuanciation des teintes en vertu des lois ordinaires qui président à leur combinaison.

Nous en arrivons maintenant à la partie la plus démonstrative.

Choisissons une partie quelconque de l'auréole nuancée, et diminuons-en le reflet par la projection d'une ombre, ou même éteignons-le complètement en y creusant un trou profond. Il arrive, ce qu'il était facile de prévoir, que la nuance complémentaire, ayant son origine au dedans de nous, n'en est nullement affectée ; elle prend couleur d'autant plus nette et plus pure de tout mélange que l'assombrissement va progressant, jusqu'à demeurer enfin seule maîtresse du terrain dans le noir.

Tous les peintres démontrent ces faits par leurs œuvres quand elles ont des qualités réelles de couleur. Voyez leurs tableaux : les ombres y sont nuancées des complémentaires de ce qui les entoure, et les noirs sont franchement de cette teinte. Cela paraît également au thème de l'ensemble : les effets d'extérieur (1), dont les blancs sont de teinte orangée, ont leurs ombres et leurs noirs teintés des bleus complémentaires, et les effets d'intérieur, dont les blancs appartiennent aux notes froides, ont leurs noirs, au contraire, dans les bruns et les rouges.

Les physiciens, qui n'ont pas l'œil exercé des peintres, ont recours, pour cette démonstration, à des subterfuges consistant à placer l'observateur dans des conditions où il ne peut avoir d'idée préconçue concernant les teintes

(1) Voir page 55.

qu'on lui présente. Un de leurs procédés consiste à allumer une bougie en plein jour et à projeter de sa flamme une ombre sur papier blanc. La lumière des bougies étant orangée, son ombre est nécessairement bleue, elle le paraît même au profane dans ces conditions. Il y a, dans cette expérience, une superfétation qui altère la portée explicative du phénomène, c'est le double éclairement. Je préfère, pour la démonstration, le procédé de Herm. Meyer consistant à placer sur des surfaces teintées un papier transparent mat et à simuler les ombres par des dessins tracés en noir sur le papier de couleur. Le papier extérieur prend, par transparence, une teinte atténuée du fond, cette teinte passe inaperçue, mais suffit à produire la nuance complémentaire et à la rendre très apparente sur les traits noirs du crayon, dont la couleur ne peut être préjugée.

Le noir, que la physique reconnaît à l'absence de lumière, est donc une réalité, une sensation effective de teinte. Avec l'ombre en général, dont il représente le degré extrême, le noir est complémentaire de ce qui l'entoure. Il y a, dans chaque champ visuel, un noir par excellence, effet résumé de toutes les teintes en présence : la teinte qui apparaît noire quand on la place à côté du blanc et qui lui est complémentaire. Comme le blanc se déplace avec la tonique, dont il représente l'accord parfait, le noir fait de même. Il change comme la tonique et dans les mêmes limites; comme elle et au même degré, il caractérise un tableau et aussi chaque palette de peintre. Il peut être défini *l'accord de tonique inverse.*

Mais, je le demande, quelle sensation peut bien être invoquée là où la physique dit néant, sinon une sensation ayant son origine au dedans de nous? Le noir, l'ombre et, plus généralement, l'auréole complémentaire qui s'épand

comme un nuage autour des plages teintées est un phénomène interne, une production nerveuse de l'ordre des sensations récurrentes, ou, plus simplement, une nuance complémentaire réflexe.

Les teintes complémentaires, considérées précédemment comme des quantités plus ou moins spéculatives, toujours difficiles à déterminer, sont ainsi devenues des réalités de sensation. Les complémentaires entourent les objets, on les y voit sans peine à l'état de pureté dans les ombres et dans les noirs à la seule condition de s'être débarrassé du préjugé enfantin qui donne aux objets une teinte *ne varietur*. On voit les complémentaires, on ne les apprend pas. Je ne saurais assez le répéter aux peintres inexperts que l'on voit pâlir sur les tables chimériques qu'en ont dressées les physiciens.

Je termine enfin par une critique. Les auteurs ont cru expliquer les réflexes en les appelant des *erreurs de jugement*. Cela est, on en conviendra, un bien grand lapsus. Si, dans ce domaine, il y a erreur de jugement, l'erreur est certainement du côté de ceux que le préjugé de la chose déjà vue empêche de voir leurs propres sensations. L'ombre bleue sur le champ orangé d'épis mûrs est certainement bleue à notre œil, et l'erreur est du côté du peintre débutant qui veut la dire et la peindre orangée en dépit de ce qu'il voit réellement.

Nuances réflexes consécutives, contrastes successifs. — Plaçons de nouveau sous nos yeux une tache teintée sur fond blanc ou noir, et ayons soin, cette fois, que la tache, rendue mobile, puisse être déplacée, en prenant par exemple un carrelet de papier. A un moment donné, et après l'avoir bien fixé, enlevons-le, sans toutefois détourner le regard du même point, et considérons ce qui se passe. Il apparaît à sa place une plage de même dimen-

sion teintée en complémentaire, tandis qu'à côté l'auréole représentant le réflexe simultané a subi la même transformation en sens inverse. Par exemple, si la tache était bleue, entourée de son auréole orangée, son emplacement est devenu orangé, tandis que le blanc ou le noir du papier ont passé au bleu. La nuance réflexe consécutive est donc une sensation complémentaire que l'on voit surgir, après une sensation quelconque de teinte, dans l'emplacement même occupé antérieurement par elle dans le champ visuel.

Produit indirect et secondaire d'une excitation première, cette sensation toute spontanée est bien évidemment un réflexe. J'en vois la preuve indéniable non pas seulement dans le fait de sa spontanéité, mais encore dans un raisonnement appuyé d'une expérience facile à répéter. Voici ce raisonnement.

Si la nuance complémentaire consécutive est un réflexe, elle doit nécessairement ne pas se produire immédiatement et le temps nécessaire à la transmission du courant nerveux doit être manifeste à l'apparition d'un intervalle obscur séparant la sensation d'avec le contraste. Cet intervalle est très court, étant donnés la vitesse du courant nerveux et le faible trajet à parcourir. Il devient donc imperceptible dans les conditions ordinaires de la vision, où la présentation et l'éloignement des objets n'ont rien d'instantané. Mais, que l'on réussisse à rendre l'impression absolument instantanée, et l'intervalle doit apparaître.

Cette condition est remplie dans une observation signalée pour la première fois par C.-A. Young, en 1872. Elle consiste à observer, dans une chambre obscure, des objets éclairés brusquement par la lumière d'une forte étincelle électrique allumée derrière l'observateur. Ces

objets apparaissent à la vue deux fois au moins dans un court intervalle, souvent trois ou quatre fois. L'auteur ne parle que d'apparitions successives sans aucune indication de teinte; mais cette succession d'intermittences suffit à démontrer le fait fondamental d'un intermède obscur consécutif à l'instant premier de la sensation.

Confirmée par A.-G. Davis, cette expérience a été reprise au point de vue de la teinte par Schelford Bidwell (1), qui donne les indications suivantes concernant la teinte :

« Vert bleuâtre sombre succède à rouge orangé ;

« Vert bleuâtre succède à orangé jaune ;

« Bleu succède à jaune verdâtre ;

« Gris jaune succède à violet. »

Ces nuances sont certainement complémentaires.

« Rouge est sans effet consécutif.

« Une récurrence banale violette répond enfin au blanc ou à la vue du spectre entier. »

Certains peintres connaissent la récurrence banale violette lorsqu'ils disent du violet que c'est une *couleur parasite* et qu'ils l'insinuent dans leurs tableaux en dehors de toutes règles des complémentaires. Elle s'explique comme on expliquera plus tard la physique de la différenciation des hauteurs par les moindres résistances attribuées aux conducteurs de l'excitation violette. De même l'absence de réflexe rouge, dans les conditions d'excitation faible propres à l'expérience, s'explique par l'extrême résistance attribuée aux conduits transmetteurs de la sensation rouge (voir livre suivant).

L'expérience de C.-A. Young se trouve donc répondre

(1) Schelford Bidwell, *Sur les images récurrentes consécutives aux impressions visuelles*. Société royale de Londres (*Revue générale des sciences pures et appliquées*, 15 octobre 1894).

au postulat de notre raisonnement et fournir la preuve expérimentale de la nature réflexe du phénomène.

Je termine ce paragraphe comme le précédent par une critique. On a expliqué le phénomène de la nuance complémentaire consécutive par un effet de fatigue et on l'a appelé une *sensation négative*. Étrange accolement que celui de la qualification *négative* au terme *sensation!* La sensation est un fait positif, s'il en fût, et j'ai peine à comprendre un positif qui serait négatif.

En résumé, les nuances complémentaires de teinte, qu'elles soient simultanées ou consécutives, ont pour interprétation naturelle d'être des sensations récurrentes : des réflexes.

CONCLUSION.

Qu'il nous soit permis de jeter en terminant un coup d'œil en arrière pour embrasser en une vue d'ensemble le chemin parcouru.

On ne connaît à la lumière que deux vertus cardinales ou éléments : l'intensité et la vitesse (ou longueur d'onde). Et pourtant quelle n'est pas la variété des sensations qu'elle provoque ! De même, un pianiste habile à tirer de son clavier des harmonies et des mélodies toujours nouvelles ne dispose que de deux éléments d'attaque : la force et l'écartement des chocs. La valeur et la hauteur des tons représentent, en langage sensoriel, l'équivalent de ces deux éléments. Les formes sont les rapports nés de l'association des valeurs ; les teintes, ceux des hauteurs. Enfin, les conformations et les nuances sont les combinaisons des formes et les combinaisons des teintes, et par suite tous les changements qui interviennent sous l'influence des moindres oscillations dans la composition de

tout ou partie quelconque du champ visuel. Elles sont de plusieurs ordres; chevauchant les unes dans les autres et se combinant, elles expliquent et consacrent les infinies variations de la couleur.

Bien loin donc de la conception habituelle qu'on en présente à la lumière trop exclusive des procédés physiques d'expérimentation et d'analyse spectrale, la sensation de couleur est un phénomène complexe et vivant, fait du jeu interne des impressions nerveuses que provoque au dedans de nous le choc des seuls éléments lumineux d'intensité et de vitesse. Elle est mise en mouvement par toute altération quelconque dans les quantités sensorielles de valeur et de hauteur qui les représentent.

La couleur réside dans l'éveil d'une seule différence de valeur ou de hauteur. Elle paraît dans le dessin de graphite sur papier où les blancs et les noirs jusqu'aux bleus, aux rouges et aux jaunes, viennent à se traduire en rapports d'intensité, c'est-à-dire à marquer de leur esprit, la teinte même des objets qu'ils représentent. Elle est dans l'eau-forte plus colorée grâce à ses noirs plus intenses. La couleur châtoie comme satin sur le marbre des statues, vit comme chair sur le plâtre et palpite dans les saillants de l'ivoire. Elle court sur la façade des édifices, dans leurs angles et leurs retraits comme dans la fantasmagorie de leurs toits. Veut-on se rendre compte de l'extrême coloration d'une œuvre, fût-elle monochrome, d'architecture, de sculpture ou de dessin, que l'on s'arme de pinceaux et de palette et que l'on s'évertue à reproduire ces objets pour en obtenir la vivante expression. La palette entière y suffira péniblement, et, surprise, comparez entre elles les plus fidèles des reproductions ainsi obtenues, vous les verrez différer autant que le marbre de Paros d'avec les cuivres et les bronzes.

S'il est vrai que les chefs-d'œuvre de sculpture de l'ancienne Grèce aient été peints, on ne peut se défendre d'y voir une preuve d'infériorité, à moins qu'en ce temps ait vécu un Rembrandt de l'art plastique, savant à faire surgir la couleur plutôt qu'à l'imposer. Des modernes initiateurs de la couleur sculpturale par les seuls effets du marbre, Puget est à citer en toute première ligne. Ses cariatides de Toulon sont un thème mémorable de clairs saillants et fuyants, d'ombres portées et de noirs associés et rythmés, tous éléments dont les notes changeantes font l'œuvre colorée. *L'Aveugle et le Paralytique* de Turcan, aujourd'hui au Luxembourg, est un autre modèle. Le nom de ce grand artiste contemporain devait être cité, et c'est ici sa place, comme ayant exprimé, à l'égal du peintre et plus subtilement que lui, le sentiment de la couleur.

Notez l'expression *sentiment* qui vient d'être employée. Elle définit l'espèce de travail intérieur auquel répond le mot *couleur* et la place de celle-ci dans la psychologie. Il faut opposer, en effet, avec le langage artistique, c'est-à-dire psychologique, à la science des chromicités physiques le « sentiment » de la couleur. Et déjà l'on doit dire, à propos de la couleur, ce qui apparaîtra plus tard comme une vérité artistique générale : le tableau, la statue, comme le monument, ne sont pas des copies de la nature, mais bien la fixation des sentiments qu'elle éveille.

LIVRE II

LE MÉCANISME DE LA COULEUR.

Diverses opérations doivent être distinguées :

1° Une opération première de transformation de la lumière en une autre force capable d'exciter les nerfs ;

2° Une opération ultérieure d'impression nerveuse ;

3° Enfin, des opérations multiples d'harmonisation entre les impressions reçues.

CHAPITRE I.

DE LA TRANSFORMATION DE LA LUMIÈRE EN COURANT NERVEUX.

Le point de départ de toute sensation est évidemment une transformation de la force extérieure, lumière, son ou autre, qui lui donne naissance, en la force qui circule dans les nerfs. Le premier problème de la vision est donc celui qui concerne la transformation de la force lumineuse en force nerveuse. On se propose de déterminer dans ce chapitre quel est le mode de cette transformation, quel en est le lieu et quel en est le terme final.

I

MODE DE LA TRANSFORMATION.

Relation entre la distribution spectrale du pouvoir photochimique et la gamme des hauteurs.

Le mode ou la voie de la transformation de la lumière en un courant sensoriel doit être cherché dans l'application de quelqu'une des propriétés physiques de la force lumineuse. On lui en connaît deux, abstraction faite, naturellement, de la propriété lumineuse qui n'entre pas en ligne de compte, étant précisément le phénomène sensoriel qu'il s'agit d'expliquer : ce sont la propriété calorifique et la propriété chimique. Aucun indice n'existe concernant l'emploi de la première dans le mécanisme visuel; il en est tout autrement pour la seconde.

Examinons d'abord quelle est, dans le spectre, la distribution de la puissance photochimique telle que l'enseigne la pratique de la photographie : très faible dans le rouge, progressant à peine de ce point jusqu'au vert moyen, elle augmente ensuite rapidement et en progressant jusqu'à l'extrémité du spectre du côté du violet. L'application de cette loi est dans l'usage que font les photographes d'éclairages rouges et jaunes, pour y développer les clichés presque comme à l'abri de la lumière ; elle est également dans les degrés de clarté très différents que prennent, dans les photographies, les diverses couleurs : le rouge y apparaît toujours relativement trop obscur, et, au contraire, le bleu et le violet trop clairs.

Examinons, d'autre part, cette vertu sensorielle principale de la lumière que nous avons appelée *la hauteur ou*

hauteur de tension visuelle. N'avons-nous pas trouvé sa distribution spectrale exactement inverse ?

La hauteur est à son maximum dans le rouge extrême, diminue de ce point très lentement jusqu'au vert moyen, pour s'abaisser de là brusquement et progressivement jusqu'à l'extrême violet.

La courbe des hauteurs est donc la mesure inverse de

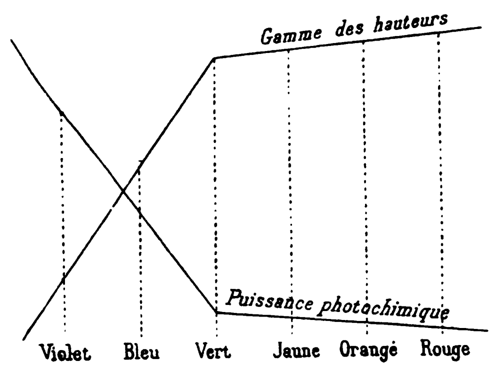


Fig. 11. — Échelles comparatives indiquant la distribution spectrale des hauteurs et celle de la puissance photochimique.

la puissance photochimique, ou, en langage mécanique, la mesure de la résistance à cette puissance.

Ainsi, la hauteur, plus précisément nommée *hauteur de tension visuelle*, mesure la résistance à l'action chimique de la lumière, exactement comme la force électromotrice ou hauteur de tension électrique mesure les résistances que cette force est apte à surmonter.

En résumé, la loi spectrale de puissance photochimique se trouve inscrite dans la sensation visuelle par son expression évidente, la gamme des hauteurs de ton.

Un pareil fait dépasse les bornes d'une simple coïn-

cidence. Je n'hésite pas à y voir la preuve que la transformation sensorielle de la lumière suit la voie photochimique.

La photopsine.

On appelle *photopsines* les substances impressionnables à la lumière, que l'on a découvertes dans la rétine et auxquelles on a, dès l'origine, cherché à attribuer un rôle dans la vision.

La plus connue des photopsines est le pourpre rétinien découvert par Fr. Boll (1) et dont l'histoire détaillée devra être rappelée tout à l'heure (chapitre suivant) dans l'explication des tons de chaleur, mais dont certains traits généraux méritent d'être relevés à titre de réactions caractéristiques des photopsines en général.

C'est une matière colorante dont la présence est aisément reconnaissable dans toutes les rétines d'yeux extraits tôt après la mort, si l'animal a été préalablement maintenu dans l'obscurité.

Elle offre cette particularité d'apparaître d'abord colorée, et de devenir ensuite incolore sous l'action de la lumière en passant par une série de dégradations de teinte qui seront étudiées plus tard.

Une autre particularité est encore celle-ci : que la coloration disparue réapparaît par une nouvelle exposition à l'obscurité, quand l'insolation a été de courte durée.

Si l'animal à sacrifier, au lieu d'être maintenu dans l'obscurité, a été immobilisé au devant d'une croisée, le dessin des parties claires de la fenêtre apparaît, dans le fond de l'œil, sous la forme d'une plage décolorée très re-

(1) Fr. Boll, *Zur Anatomie und Physiologie der Retina.* Monatsber. der Berliner Acad., 12 novembre 1876.

connaissable. C'est une véritable photographie rétinienne de l'objet fixé, une image photographique que W. Kühne (1) nous a appris à rendre stable en la plongeant dans une solution d'alun. L'alun possède en effet la propriété de conserver au pourpre sa coloration pendant un temps assez prolongé. On ne demandera pas à cette photographie de reproduire, aux yeux de l'observateur étonné, jusqu'à des traits de personnages reconnaissables à la loupe : le phénomène est bien trop subtil pour permettre de pareils examens à notre observation paresseuse. Mais il n'y a pas de doute, ces traits sont marqués, et il ne nous manque que d'être plus habiles pour transformer la rétine en un cliché propre à la reproduction détaillée des images.

On ne connaît pas effectivement, dans la rétine, d'autre substance impressionnable à la lumière, mais le raisonnement en prouve l'existence. En voici la démonstration.

La matière purpurine fait défaut dans la région centrale de la rétine, qui est le foyer de la vision la plus distincte ; elle manque même totalement à la rétine des serpents. Comme il vient d'être établi, par la disposition de la gamme des hauteurs, que le phénomène de la vision en lui-même est indissolublement lié à une réaction photochimique, et comme, du reste, toute réaction de ce genre suppose une matière qui la subisse, il est évident qu'il y a de la photopsine répandue sur toute la surface de la rétine. Il y en a donc certainement d'autre que le pourpre.

Une autre démonstration me paraît devoir être fournie par un détail particulier au phénomène étudié ci-après des fluctuations électriques produites dans la rétine sous l'influence de la lumière. Ces courants, dont l'origine réside certainement aussi dans des réactions photochimiques,

(1) W. Kühne, *Chemische Vorgaenge in der Netzhaut*, in Hermann's Hdb der Physiologie, III, 1.

sont observés sur la grenouille pendant des heures, alors même que toute coloration semble devoir être détruite par l'action de la lumière incidente, alors que, par conséquent, la matière purpurine fait défaut. S'il en est ainsi, c'est donc qu'il y a dans la rétine une matière chimiquement sensible à la lumière autre que le pourpre.

Le pourpre rétinien n'est qu'une forme accessoire et secondaire de la matière rétinienne impressionnable à l'action chimique de la lumière. Nous y trouverons tout à l'heure l'explication du phénomène secondaire des chaleurs de ton. La vraie photopsine, celle qui préside à la transformation sensorielle principale, est répandue des confins extrêmes de l'organe jusqu'à son centre. Celle-là seule importe dans la théorie générale de la vision, et nous n'aurions pas parlé de l'autre à cette place si nous n'avions cru devoir utiliser, dans un but d'interprétation toute générale, la connaissance détaillée que nous en possédons.

Si l'on continue à appliquer à la photopsine en général ce que l'on sait de la matière purpurine en particulier, il appert que c'est là une combinaison essentiellement instable, mais aussi sans cesse reconstituée. La lumière la détruit et l'obscurité la répare. Cette réparation a lieu de deux façons : par production nouvelle et par autorégénération.

La production s'impose comme s'imposent en général toutes les formations organiques, naturellement usées et réparées par le cours ordinaire de la circulation sanguine et lymphatique.

L'autorégénération résulte de ce fait d'observation que le pourpre rétinien, même isolé de la rétine et en solution dans une substance étrangère, après avoir été décoloré par la lumière, reprend ensuite sa couleur dans l'obscurité, pour peu que son exposition à la lumière n'ait pas

été trop prolongée. Une insolation intense détruit la photopsine, un éclairement passager et faible comme celui des petites images que les objets projettent sur notre rétine ne peut que la dissocier seulement.

Dans les conditions physiologiques habituelles, la photopsine n'est donc que dissociée et non détruite par la lumière, vertu remarquable qui permet sa reconstitution spontanée sitôt que la lumière vient à disparaître, et qui doit être considérée comme sa qualité primordiale.

II

LIEU DE LA TRANSFORMATION.

Histologie de l'épithélium rétinien.

Tout en arrière de la rétine est une couche de grandes cellules noires de pigment auxquelles on n'a trouvé longtemps à attribuer que le rôle passif d'éteindre les radiations lumineuses.

Ces cellules appartiennent au groupe histologique des épithéliums, dont l'épiderme cutané est le prototype.

Elles sont disposées en une couche unique et très régulière d'éléments en forme de prismes hexagonaux à base dirigée en avant et en arrière. La base postérieure repose sur l'enveloppe de l'œil. La base antérieure est en contact avec les cônes et les bâtonnets, dernières terminaisons nerveuses optiques, par l'intermédiaire d'un puissant chevelu de plasma pigmenté : le chevelu épithélial rétinien, dont la vitalité est énorme, ainsi qu'on en va juger.

Remarquons, dès maintenant, que les terminaisons nerveuses optiques regardent en arrière vers l'épithélium et tournent le dos à la lumière. C'est une circonstance

qu'il faut bien retenir, car elle a certainement une signification.

Mouvement du chevelu épithélial sous l'influence de la lumière.

On prend, d'une part, un animal dont on expose la face à une vive lumière, et, d'autre part, un autre animal, que l'on tient enfermé dans une cage obscure ou un laboratoire de photographe. Les ayant sacrifiés tous deux, on enlève un œil à chacun et on les ouvre pour en détacher finalement la rétine. Si l'on compare entre elles les deux membranes, on trouve l'une, l'éclairée, toute noire extérieurement des cellules épithéliales qui y sont demeurées adhérentes, et l'autre, l'obscurée, tout au contraire, absolument dépouillée de l'épithélium resté, lui, attaché au fond de l'œil. Dans le premier cas, l'épithélium adhérait donc à la rétine, tandis qu'il n'adhérait nullement dans le second. L'explication va en être fournie par l'examen microscopique.

Il faut, pour pratiquer l'examen microscopique, utiliser les deux yeux restants des deux animaux, qu'on a eu soin de maintenir l'un dans la lumière, l'autre dans l'obscurité. On en fixe les éléments dans la forme même qu'ils occupent à l'état de vie en les plongeant, par petits fragments, dans une solution d'acide osmique et l'on pratique au rasoir les coupes minces à placer sous l'objectif du microscope. Il se présente alors entre les deux espèces de coupes une différence capitale. Dans celles qui appartiennent à la rétine obscurée le chevelu pigmenté est massé en boule contre la cellule épithéliale à laquelle il appartient et les cônes et bâtonnets de la couche suivante en sont entièrement libres. Dans celles, au contraire, qui ap-

partiennent à la rétine éclairée, les cônes et les bâtonnets baignent de toute la longueur de leurs tiges terminales dans l'épaisseur du chevelu. Si la coupe est bien mince, on les voit apparaître comme une palissade de tiges transparentes à attache interne ou rétinienne, alternant avec autant de tiges pigmentées à attache externe, épithéliale.

Le chevelu pigmenté est donc ramassé en un bloc contre sa cellule par le séjour dans l'obscurité ; il est, au contraire, entraîné en avant par le séjour dans la lumière. Interprété physiologiquement, cela signifie, sans nul doute, qu'un effet d'attraction est exercé par la lumière, qui entraîne l'un vers l'autre la cellule épithéliale et les terminaisons nerveuses.

Les mouvements épithéliaux provoqués par la lumière ont été découverts par Fr. Boll (1).

Note. — On doit expliquer par les déplacements du pigment, sous l'influence de la lumière, certains côtés du phénomène de l'éblouissement et de l'adaptation aux éclairages intenses. Lorsqu'au matin, l'on ouvre brusquement les volets à l'accès du soleil, la lumière, trouvant les bâtonnets libres, est diffusée de l'un à l'autre, et cette diffusion empêche la netteté des perceptions. Quand, au contraire, les bâtonnets sont plongés dans la gangue noire qui les isole, il n'y a plus de diffusion possible et les images gagnent en netteté.

Production de la photopsine.

On connaît encore un phénomène de vitalité propre à l'épithélium.

Les auteurs sont, en effet, d'accord avec Fr. Boll, pour lui attribuer la sécrétion de la matière pourprée dont l'his-

(1) Monatsber. der Berliner Acad., janvier et février 1877.

toire, déjà esquissée à propos de la photopsine, sera complétée au chapitre suivant.

Je ne sais pas au juste les expériences particulières sur lesquelles on base cette affirmation, mais je sais bien une chose, et cela suffit à la démonstration, c'est qu'une rétine détachée du fond de l'œil sans son épithélium et décolorée par la lumière perd promptement la faculté de reprendre sa couleur par le séjour dans l'obscurité, tandis que la coloration peut se reproduire plus longtemps si, au contraire, on la laisse au fond de l'œil, même extirpé. Dans un cas comme dans l'autre, on ne saurait invoquer l'irrigation sanguine, qui fait défaut à tous deux, et il ne reste plus réellement à incriminer que le voisinage ou l'absence des parties sous-jacentes, qui sont précisément la couche épithéliale.

La sécrétion du pourpre peut donc être, en toute justice, mise à l'actif de l'épithélium rétinien. Mais doit-on y placer aussi le siège de cette autre substance sensible à la lumière, non encore isolée, différente du pourpre et appartenant indifféremment à toutes les parties de la rétine comme à toutes les espèces de rétines ? Je n'hésite pas à répondre affirmativement à cette question, parce que l'épithélium est le lieu de la transformation sensorielle, ainsi qu'il va être démontré.

L'épithélium siège de la transformation.

Il reste à démontrer l'objet capital de cet article, à savoir que l'épithélium est réellement le lieu de la transformation nerveuse de la lumière. Deux arguments se présentent ; l'un, d'ordre topographique, est indirect ; l'autre est une démonstration expérimentale directe.

L'argumentation tirée de la topographie est basée sur

le fait signalé en commençant, que les terminaisons nerveuses dans la rétine, situées en arrière des fibres nerveuses et derrière la série des cellules superposées qui forment le ganglion rétinien, ont le dos tourné à la lumière et la face dirigée vers l'épithélium. Jeu étrange de la nature s'il n'avait pas pour signification bien évidente que la vie vient aux nerfs optiques non pas directement des rayons lumineux, mais de là-bas derrière, c'est-à-dire de l'épithélium lui-même, laboratoire vivant où la lumière procède à sa transformation nerveuse.

Il y a, sans doute, des animaux chez qui les terminaisons nerveuses dirigées en sens inverse et, placées, au contraire, à la surface antérieure de la rétine, présentent leur extrémité terminale au premier accès des rayons incidents. Il me souvient, par exemple, des yeux de certains mollusques, que je fus fort surpris jadis de trouver ainsi disposés. Ces yeux ont alors du pigment dans le voisinage immédiat des bâtonnets, de manière à confirmer, une fois de plus, et, par cette exception même, l'intimité qui relie le phénomène de l'excitation nerveuse à la présence du pigment.

La deuxième argumentation est tirée de l'expérience qui consiste à éloigner et à rapprocher alternativement l'épithélium des terminaisons nerveuses et d'en observer les effets sur la vision. J'ai pu effectuer une pareille expérience sur les animaux (1), mais les résultats en sont difficiles à bien observer. Seul, un homme peut fournir les éléments d'une observation facile et précise. La nature y a pourvu de la façon la plus remarquable et la plus com-

(1) *Moyen expérimental de produire le décollement de la rétine et Déductions que l'on en peut tirer au point de vue de la théorie et du traitement*. Société de biologie, 7 décembre 1889.

plète dans une maladie fréquente : le décollement de la rétine.

Dans l'affection connue sous le nom de *décollement*, la rétine est soulevée et détachée du fond sur lequel elle repose. Le détachement a lieu (on le sait par l'examen microscopique effectué après la mort) exactement entre l'épithélium et les terminaisons nerveuses optiques appelées *cônes* et *bâtonnets;* ceux-ci suivent la membrane dans sa nouvelle position, tandis que la mosaïque épithéliale reste en arrière étroitement appliquée sur le fond de l'œil. Le soulèvement est brusque ; il est provoqué par un épanchement interstitiel de lymphe, et, le plus souvent, de l'espèce de lymphe connue sous le nom d'*humeur aqueuse.* Examinons les conséquences d'un pareil événement.

Sitôt la rétine décollée, non seulement les objets extérieurs, dont l'image se projette dans notre sensation, apparaissent déformés, mais la sensation elle-même diminue d'intensité, quelques moyens optiques que l'on emploie pour ramener les images sur les terminaisons nerveuses. Notons bien que la sensation n'est point abolie, mais qu'elle persiste au contraire, quoique atténuée, pendant fort longtemps. Elle est d'abord très approchée de l'état normal tant que l'écartement des deux membranes demeure peu prononcé : la seule déformation des objets incommode alors le malade, avec la nécessité de recourir à un éclairage plus intense; puis elle va diminuant progressivement avec la distance, pour reprendre à nouveau si la distance diminue, et ainsi de suite.

Il y a donc une relation entre le degré de la sensation et le degré de l'écartement qui sépare les terminaisons nerveuses d'avec la membrane épithéliale. La sensation décroit avec l'éloignement de l'épithélium comme toute force décroît avec le carré de la distance.

Fort de ce fait, l'on est en droit de formuler la conclusion naturelle que voici : l'épithélium est le foyer d'où les terminaisons nerveuses optiques reçoivent l'impulsion particulière qui leur sert d'excitant.

III

FIN DE LA TRANSFORMATION.

Les courants électriques rétiniens de Holmgren.

« Holmgren (1) avait montré, voilà bien des années, que le courant électrique dérivé, comme on sait le faire, de l'œil extrait d'une grenouille vivante, présente une fluctuation lorsque la lumière vient à frapper l'œil ou à s'en éloigner. Il avait déjà alors considéré cette fluctuation comme l'expression physique de l'état d'activité fonctionnelle dans l'appareil visuel périphérique, y reconnaissant le fondement d'une méthode propre à résoudre bien des questions concernant le fonctionnement de la rétine. Le même auteur a repris ultérieurement (même recueil, Bd VI, p. 419) ces expériences dans le but d'analyser les conditions statiques du courant oculaire dérivé, pour en examiner ensuite les fluctuations dans diverses espèces animales.

« Il a éprouvé, dans cette intention, quelle est la force électromotrice soit de l'œil entier, soit de fragments de l'organe, et trouvé qu'en réalité il existe une opposition électromotrice entre la face externe de la rétine et sa face interne, exactement semblable à celle que l'on observe entre la coupe et la surface d'un nerf ou d'un muscle.

(1) Fr. Holmgren, *On retinastroemmen*. Upsala lækarefœrenings fœrhandl, Bd. VI, 1871.

« Il a ensuite observé que, dans des espèces animales de toutes les classes de vertébrés, excepté les poissons, il se produit une fluctuation de courant sous l'influence du choc de la lumière. Cette fluctuation a lieu dans le sens négatif à l'arrivée de la lumière et dans le sens positif au départ, excepté pour la grenouille, où elle se produit uniformément dans le sens positif. »

Ainsi s'exprime l'auteur dans le compte rendu qu'il a publié lui-même de l'un de ses travaux les plus importants. Ses recherches ont été contrôlées depuis et amplement vérifiées. Il est donc aujourd'hui de toute notoriété, que des courants électriques naissent dans la rétine sous l'influence de la lumière et qu'ils s'y manifestent sous la forme de fluctuations d'un état électrique fondamental préexistant.

Il reste à mettre en évidence le lien de cause à effet qui relie les fluctuations électriques et les phénomènes photochimiques. Je pense qu'il ne peut y avoir aucune hésitation à cet égard. On sait, par toute la théorie et l'expérience de la formation des piles, que les réactions chimiques, sans aucune exception, sont une source de production électrique. Ce qui a lieu partout et en toutes circonstances ne peut manquer d'avoir lieu dans le cas particulier. On peut, en conséquence, affirmer que, tout, comme la sensation elle-même, considérée dans la gamme des hauteurs, de même le courant électrique, qui en est le signe objectif, est un produit de la transformation de la lumière par l'intermédiaire d'une réaction photochimique.

La transformation sensorielle de la lumière apparaît donc comme une succession de deux phénomènes : l'un chimique, l'autre électrique, ce dernier étant lié intimement au phénomène sensoriel.

Rôle des courants électriques rétiniens.

On entend parler d'énergie spécifique des sens et l'on semble indiquer par là que chaque sensation serait excitable par une seule variété de force : la sensation tactile par le toucher ; l'auditive par le son, la vue par la lumière. Exprimée dans ces termes, l'énergie spécifique sensorielle n'existe pas. On sait bien, au contraire, qu'une sensation tactile est éveillée également lorsque, une partie de la peau ayant été intercalée dans un circuit électrique, il se produit une fluctuation dans l'électricité qui y circule. On sait qu'il en est de même de toutes les autres sensations et, en particulier, de la sensation visuelle, qu'éveillent aussi les fluctuations électriques appliquées de même façon sur la rétine ou le nerf optique. Il n'est donc pas vrai qu'il y ait, pour chaque sens, une énergie spéciale seule capable de l'exciter. Les sensations, au contraire, sont communément éveillées par toutes les forces généralement capables d'éveiller l'activité des nerfs. Il suffit, en conséquence, pour provoquer la sensation au moyen d'une force quelconque, que cette force ait été transformée en l'excitant nerveux général par excellence : l'électricité.

Ce qui est spécifique à chaque sens, c'est l'appareil particulier qui sert à la transformation et le mode de cette transformation. Le mode photochimique est celui de la transformation lumineuse, la photopsine en est l'agent, et, s'il y a une énergie spécifique au sens de la vue, c'est certainement la vibration moléculaire ou réaction chimique produite en elle par l'action de la lumière.

Ces faits étant posés, le rôle des courants de Holmgren apparaît avec toute clarté.

Ces courants produits de la réaction chimique effectuée

dans la photopsine, sous l'influence des rayons lumineux, sont l'excitant naturel commun à tous les nerfs, et, à ce titre, ils représentent le terme final de la transformation sensorielle de la lumière.

L'épithélium, point terminus de la marche des rayons dans l'œil, lieu de leur absorption, est aussi le lieu où s'effectue la transformation de la force lumineuse en la force banale, électrique, seule capable de stimuler l'activité nerveuse. *Il est un élément de pile photoélectrique* préposé par la nature à la transformation sensorielle de la lumière. Pourquoi ne pas, en effet, appeler du nom de *pile* un élément producteur d'électricité, au même titre qu'une soudure de deux métaux constitue un élément de pile thermoélectrique? Tel est le grand fait que nous avons voulu démontrer.

Un œil artificiel rudimentaire.

En physique, on a coutume de contrôler la vérité d'une théorie par la reproduction artificielle du phénomène naturel. C'est dans ce sens que nous entendons contrôler les explications qui viennent d'être formulées, nous donnant pour tâche de faire voir un aveugle par les procédés de la nature. Nous estimons que nous aurons atteint ce résultat si nous réussissons à rendre la lumière sensible à l'un quelconque de nos organes sensoriels autre que celui de la vision. Il faut, à cet effet, construire un œil artificiel, et voici comment l'on peut procéder.

On recueillera, dans un ou plusieurs vases translucides, une solution ou un bain de substance chimiquement impressionnable à la lumière, telle que le pourpre rétinien ou le nitrate d'argent, et l'on en recueillera les courants pour les faire passer dans une sonnerie élec-

trique. Si l'appareil est suffisamment sensible, il se produira un son toutes les fois que la lumière viendra à traverser le bain. Chaque élément semblable représente une cellule de l'épithélium rétinien communiquant à une terminaison nerveuse; on en peut à volonté multiplier le nombre et augmenter la sensibilité. Si l'on vient à les disposer à côté les uns des autres à la manière d'une mosaïque et que l'on mette à chacun une sonnerie de ton différent, on obtiendra des résultats sonores distincts suivant la distribution de l'éclairage : telle sonnerie battra plus fort, telle autre moins et telle autre pas du tout. On obtiendra par ce moyen non seulement la sensation de la lumière, mais de véritables images acoustiques correspondantes à la disposition topographique des éclairages extérieurs.

Un semblable appareil, si grossier qu'il paraisse, doit être considéré comme un œil artificiel. Il donne à l'aveugle l'impression des objets transmise par l'intermédiaire de la lumière, grâce à une transformation photoélectrique obtenue à l'aide d'une réaction chimique intercurrente.

Retenons bien cette expérience et cet appareil pour en poursuivre tout à l'heure le perfectionnement à l'aide des mécanismes annexes dont la nature doit aussi nous livrer le secret, et concluons par cette formule simple et pourtant compréhensive de notre conception touchant le mécanisme qui préside à la naissance de la sensation de couleur : *une transformation photoélectrique effectuée par l'intermédiaire d'une réaction chimique à l'intérieur de l'épithélium rétinien.*

CHAPITRE II.

DE L'IMPRESSION NERVEUSE VISUELLE.

Après avoir établi, dans le chapitre précédent, que la lumière subit une transformation électrique, il faudrait maintenant expliquer tout d'abord pourquoi les nerfs sont sensibles à l'électricité. Devant réserver ce problème à la deuxième partie de l'ouvrage où plusieurs chapitres lui seront consacrés, nous ne pouvons ici qu'en indiquer la solution indispensable à l'exposé qui suit. Cette solution est la suivante : il existe, dans les nerfs, à l'état permanent, une force que l'on appelle la *force nerveuse*, et qui n'est autre que l'électricité. Les nerfs sont, en d'autres termes, des foyers de force électrique sans cesse en tension, et l'activité nerveuse consiste dans la charge et la décharge de ces foyers.

Ces prémisses étant posées, il va être possible d'expliquer et la gamme des valeurs et celle des hauteurs. L'aberration de la gamme des hauteurs ou échelle des chaleurs de ton trouvera sa place ensuite.

I

GENÈSE DE LA GAMME DES VALEURS.

La gamme des valeurs est une fonction logarithmique de la force lumineuse qui les produit ; c'est la loi fondamentale qu'il s'agit d'expliquer, et qui, je le rappelle, signifie plus simplement ceci : les valeurs de la sensation

lumineuse augmentent et diminuent en progression arithmétique comme les nombres entiers, alors que la lumière excitatrice est accrue ou diminuée en progression géométrique.

Pour expliquer cette loi très simple, voici d'abord une comparaison empruntée au domaine plus usuel de la pesanteur.

Imaginons un poids quelconque = 1, et le surchargeons dans la proportion de 10 pour 1; faisons la même chose pour le résultat obtenu, répétons cette opération autant de fois que l'on voudra, puis, comparons ensemble les charges et les surcharges. Ces dernières forment la série 1, 2, 3, 4, etc., $\times \frac{10}{1}$, répondant aux valeurs effectives 10, 100, 1000, 10000, etc., et représentant, en conséquence, les logarithmes 1, 2, 3, 4 des charges 10, 100, 1 000, etc.

Les valeurs de sensation ne sont autres que des surcharges.

Qu'on se représente le foyer d'électricité contenu dans une cellule nerveuse terminale de la rétine, et soit sa force au repos représentée par la lettre f.

Qu'en éclairant la rétine on provoque dans son épithélium un dégagement d'électricité, cette électricité sera sans action sur le foyer f aussi longtemps qu'elle sera inférieure ou égale à f. Arrivée à ce degré, elle lui fera exactement équilibre.

Que le dégagement électrique épithélial augmente encore, alors la force du foyer nerveux contigu sera naturellement augmentée jusqu'à équilibre, exactement comme il arrive lorsqu'on vient à mettre en contact deux foyers de force quelconque diversement chargés. La sensation apparaît alors et se trouve mesurée par le rapport entre la force actuelle et la force dans l'état antérieur. La sensa-

tion est une surcharge, un changement, ou, pour employer le langage psychologique, une *émotion*. Le rapport $\frac{f'}{f}$ entre la force nerveuse actuelle et la force antérieure en mesure la valeur.

Une échelle numérique $1s$, $2s$, $3s$, $4s$, etc., de ces valeurs de sensation correspond à des forces électriques croissantes suivant le rapport ou la raison constante $\frac{f'}{f}$ et représentant, en mesures effectives, les puissances correspondantes de cette quantité. Les valeurs de la sensation et les forces qui les produisent sont donc, entre elles, en relation logarithmique, ainsi que le montre le tableau comparatif suivant :

Échelle des valeurs : $1s$, $2s$, $3s$, $4s$, etc.

Mesures correspondantes : $\left(\frac{f'}{f}\right)^1$ $\left(\frac{f'}{f}\right)^2$ $\left(\frac{f'}{f}\right)^3$ $\left(\frac{f'}{f}\right)^4$, etc.

Telle est l'explication simple de la gamme des valeurs, dont nous retrouverons l'application générale dans la suite au livre de l'Émotion. Elle réside dans ce fait que la valeur est elle-même une relation de surcharge ou une émotion.

II

GENÈSE DE LA GAMME DES HAUTEURS.

Il a été établi antérieurement (livre Ier) que la hauteur n'est autre que la vigueur, ou plus exactement la *tension* de la couleur : une quantité croissante avec la longueur d'onde.

Tandis que la hauteur des sons suit une échelle régulièrement proportionnelle au nombre des vibrations, la

hauteur de la couleur, au contraire, a été trouvée s'écarter de l'absolue proportionnalité avec la longueur d'onde. L'accroissement, d'abord rapide, se ralentit brusquement avec la longueur 520 μ, correspondant au vert moyen (fig. 4, p. 36). Or, la puissance photochimique de la lumière est mesurée par la courbe exactement inverse, en d'autres termes : *la hauteur mesure la résistance à l'action chimique de la lumière* (fig. 11, p. 81).

Mais nous avons appris, d'autre part, et nous apprendrons encore à reconnaître dans la sensation visuelle un phénomène électrique né lui-même d'une réaction photochimique. Il devient donc naturel de penser que la hauteur ou « tension » de la couleur représente elle-même la tension de la force électrique née de l'action chimique de la lumière sur la photopsine.

La hauteur, en effet, n'étant point exactement proportionnelle à la longueur d'onde, ne saurait mesurer la tension de la force lumière elle-même. La hauteur ne saurait davantage être l'expression directe de la réaction chimique que provoque la lumière. (Le phénomène chimique est l'intermédiaire entre la lumière et la sensation, il n'appartient pas par lui-même à la sensation ; or, la hauteur est une mesure directement sensorielle.) Il ne reste donc plus à chercher son explication que dans la force née par voie photochimique de l'action de la lumière sur la pile photoélectrique rétinienne. Cette force, de même nature que celle des foyers nerveux eux-mêmes, et qu'elle a le pouvoir de charger lorsqu'elle vient à leur être supérieure, cette force, qui est la véritable origine du courant nerveux, présente nécessairement des variétés de tension, lesquelles, imprimées à la sensation, doivent représenter les hauteurs ou tensions de la couleur.

J'assimile donc la gamme des hauteurs à une échelle

mesurant la tension des courants nés de l'action de la lumière sur les éléments de pile que représentent les cellules épithéliales de la rétine.

L'extrême importance de cette interprétation ressortira tout à l'heure dans l'explication des harmonies de hauteur.

III

EXPLICATION DU PHÉNOMÈNE DES TONS DE CHALEUR.

L'explication des tonalités de chaleur réside tout entière dans l'existence et les réactions du pourpre rétinien. On doit donc exposer : 1° quelle en est l'histoire naturelle objective, et 2° quel en est le rôle dans la sensation visuelle.

Histoire naturelle du pourpre rétinien.

L'exposé présenté au chapitre précédent, quand il s'est agi de montrer par un exemple visible quelles doivent être les propriétés de la photopsine, nous a déjà appris que le pourpre rétinien est le nom donné à la matière colorante découverte dans la rétine par Fr. Boll, et attribuée avec raison à une sécrétion épithéliale.

Préparation du pourpre. — On étudie le pourpre de deux manières :

La première consiste à utiliser la rétine elle-même d'animaux que l'on a tués après les avoir maintenus une à deux heures dans l'obscurité. On se place, à cet effet, dans le laboratoire photographique, et l'on y enlève, en quelques coups de ciseaux circulaires, toutes les parties situées en avant de la rétine, à savoir : le corps ciliaire avec la cornée, le cristallin et toute l'humeur vitrée. La même opération peut être faite sur les yeux de l'homme que l'on a fraî-

chement énucléés pour cause de maladie, ou même sur les cadavres tout à faits récents de sujets morts dans l'obscurité. Cette étude renseigne plus particulièrement sur la répartition et le siège exact de la coloration.

La deuxième manière consiste à utiliser les solutions de pourpre que l'on prépare de la façon indiquée par W. Kühne (1). Voici comment l'on procède :

On a préparé à l'avance le liquide de la solution qui est de la bile rendue incolore, ou plus simplement une solution aqueuse d'un sel biliaire alcalin, au titre de 1 à 6 pour 100, et l'on opère également dans le laboratoire du photographe. Dix à quinze grenouilles, maintenues préalablement dans l'obscurité, sont sacrifiées. Les rétines en sont tôt extraites et entièrement dépouillées d'épithélium, ce qu'il est assez facile d'obtenir à cause de l'obscuration préalable. On les mélange à environ 1 centimètre cube de la solution biliaire, on fait macérer pendant quelques heures et l'on filtre enfin.

Siège du pourpre. — La coloration purpurine est propre aux seules parties postérieures de la rétine, on s'en rend compte à l'œil nu. L'examen microscopique en fixe et en limite le siège dans les terminaisons nerveuses, et plus spécialement à l'article terminal des seuls bâtonnets. Il n'y en a pas dans les terminaisons coniformes.

Certains animaux, comme les serpents, dont les rétines ne contiennent que des terminaisons coniformes, ne présentent aucune trace de pourpre.

La rétine de l'homme offre, à ce point de vue, une diversité tout à fait remarquable. Tandis que la presque totalité de son étendue en est fortement imprégnée, il y a, au centre, une région limitée, l'excavation ou fossette cen-

(1) *Loc. cit.* (voir p. 83).

trale, qui en est dépourvue; or, les terminaisons nerveuses de cette région sont exclusivement coniformes.

Colorations du pourpre. — On les observe de deux façons : soit directement, soit à l'aide du spectroscope. Naturellement, il faut, pour ces observations, quitter le laboratoire du photographe et étudier à l'éclairage ordinaire du jour.

L'observation directe enseigne ceci :

Au moment du premier éclairement, il apparaît une coloration lilas qui est un violet bleuâtre ; très tôt après, la teinte devient pourpre, intermédiaire entre le violet et le rouge, puis, successivement cramoisi, rouge, orangé, et, enfin, jaune, coloration dernière et précédant la décoloration totale.

Ces phénomènes se succèdent en un temps plus ou moins rapide, suivant l'intensité de l'éclairage ; ils durent à peine une minute dans la rétine de la grenouille et évoluent en quelques instants dans celle des mammifères.

L'observation spectroscopique est pratiquée de deux façons : 1° à la manière ordinaire consistant à placer la solution à examiner dans le prisme creux de l'instrument en forme de lunette qu'on appelle *spectroscope;* 2° en plaçant des gouttelettes de solution ou même des rétines entières (étalées sur des lames de verre) sur un spectre projeté à plat sur la table. Cette dernière manière offre l'avantage extrême de frapper le pourpre d'une lumière beaucoup moins intense, et, par conséquent, de prolonger la durée de la décoloration. Dans l'un et l'autre cas, l'on recherche quelles radiations sont obscurcies, c'est-à-dire absorbées par la matière colorante, et quelles autres, au contraire, ne sont pas obscurcies, et, par conséquent, non absorbées.

Il a été trouvé ceci :

Au *commencement* de l'observation, alors que rétines et

solutions tirent au bleu, le *jaune* est surtout assombri, indiquant en ce point le maximum d'absorption.

A la *fin* de l'observation, au contraire, alors que les rétines et leurs solutions sont devenues franchement jaunes, le *bleu* est le plus fortement assombri, indiquant en ce nouveau point le maximum de l'absorption.

Les tracés suivants empruntés à W. Kühne, transcrits à notre échelle habituelle, sont l'interprétation graphique

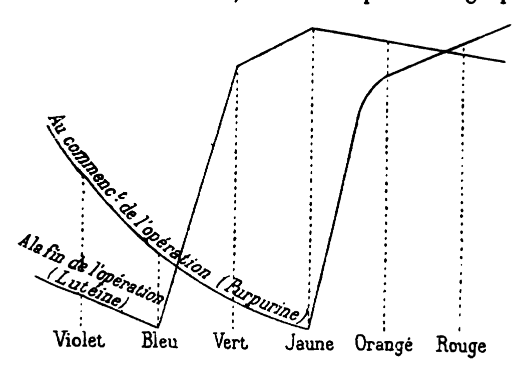


Fig. 12. — Échelles des quantités proportionnelles de chaque radiation spectrale qui traversent le pourpre rétinien au commencement et à la fin de l'observation spectroscopique.

remarquablement démonstrative des résultats acquis par ces recherches. Un meilleur contrôle ne pourrait être donné à la théorie des chaleurs de ton telle qu'elle va être présentée, et l'impartialité ne peut en être mise en doute, puisqu'il s'agit de mesures déjà vieilles de tantôt vingt ans.

Les absorptions de la lumière par le pourpre expliquent les chaleurs de ton.

Je rappelle que les chaleurs de ton consistent en un déplacement des maxima et minima de la courbe des hau-

teurs propre à toute la partie de champ visuel qui n'est pas la plage centrale de 45 minutes angulaires. Leur extension correspond donc exactement à la localisation du pourpre dans la rétine. C'est là une coïncidence pour le moins bizarre, si elle n'est pas commandée par la communauté des causes.

En réalité, les causes sont bien réellement communes, ainsi qu'il va paraître, et l'aberration excentrique des hauteurs qui fait les tons de chaleur, est naturellement expliquée par les absorptions changeantes de la substance que l'on appelle *pourpre rétinien*, du nom de l'une seulement de ses apparences kaléidoscopiques.

Le pourpre a son siège, avons-nous dit, dans la rétine, au-devant de l'épithélium. Il agit donc comme un écran absorbant, exactement comme ferait un verre de couleur placé au-devant de l'œil. Il intercepte certaines radiations à l'exclusion des autres ; il les absorbe avant qu'elles ne soient transformées, les annihile en conséquence pour la sensation. Quelles sont ces absorptions ?

1° Une lumière faible, trop faible pour altérer fortement la coloration du pourpre, rencontre un écran bleuté ; cet écran laisse passer en totalité les rayons bleus et intercepte en partie les autres ;

2° Une lumière plus forte rencontre un écran rouge, laissant passer toute la masse des radiations de cette couleur, mais atténuant le bleu et le jaune ;

3° Une lumière très forte, enfin, rencontre devant elle un écran jaune qui livre passage aux radiations jaunes bien plus qu'à toutes les autres.

Or, la caractéristique du phénomène des chaleurs est précisément de déplacer les minima et maxima de la courbe des hauteurs en faveur du bleu dans les éclairages faibles, en faveur du rouge dans les éclairages moyens, et enfin

en faveur du jaune dans les éclairages forts. Les tons chauds par excellence sont les jaunes, et les tons froids, au contraire, les bleus.

L'aberration des hauteurs propre à l'ensemble du champ visuel, hormis la plage de vision distincte que nous appelons le *centre de fixation*, en d'autres termes froid et chaud, ou le phénomène des chaleurs de ton, sont expliqués naturellement par les absorptions changeantes du pourpre rétinien, dont la répartition dans la rétine est exactement correspondante.

Veut-on, à titre de vérification expérimentale, donner une idée du phénomène des chaleurs de ton à l'aveugle armé d'un œil artificiel. Il ne se présente qu'un moyen, bien éloigné de la délicatesse de celui de la nature, c'est d'exposer à la lumière incidente, successivement des verres de couleur différente à mesure que l'éclairage monte ou qu'il baisse : un verre bleu pour les éclairages faibles, et un jaune pour les forts, puis de faire la comparaison entre les sonneries ainsi produites et celles que provoquent les changements d'intensité lumineuse sans cette superfétation.

CHAPITRE III.

DE L'HARMONISATION DES COURANTS NERVEUX VISUELS.

Il nous reste enfin à expliquer la genèse des harmonies de la couleur, les formes et les conformations, les teintes et les nuances, thème compliqué par l'inévitable histologie de la rétine, mais première ébauche du mécanisme de l'intelligence et recommandé à ce titre à l'attention bienveillante des psychologues.

I

GENÈSE DES HARMONIES VISUELLES DE FORME.

Mécanisme principal.

Les formes visuelles ont été reconnues et étudiées tout d'abord dans les manifestations de ce qu'on appelle *l'acuité visuelle*. Elles sont des harmonies ou combinaisons de sensations de valeur (voir p. 15).

Or, les constatations du précédent livre nous ont montré, entre l'acuité visuelle et les écartements angulaires qui la mesurent, une relation logarithmique retrouvée ensuite entre l'acuité visuelle et les quantités de la lumière éclairante, retrouvée enfin entre la vision binoculaire comparée avec celle d'un œil seul.

La loi du logarithme se trouve donc présider aux relations entre les sensations harmoniques de forme et leurs

composantes, les sensations de valeur, exactement comme aux relations entre celles-ci et les forces qui les provoquent. Mais on sait, pour l'avoir longuement expliqué, que la cause en réside, pour les valeurs, dans leur essence même qui est d'être le rapport entre la force nerveuse d'un moment et celle du moment qui suit. Il doit en être de même pour la sensation harmonique de forme, et celle-ci ne peut être autre chose, sinon la surcharge produite en un foyer commun par l'accès simultané de plusieurs courants.

Cette conséquence apparaît avec une netteté particulièrement démonstrative dans le cas de la vision binoculaire. Source de sensations multiples antérieurement étudiées, l'acuité visuelle binoculaire égale la vision d'un œil dont on aurait doublé l'éclairage. Que cela peut-il donc signifier, sinon la superposition des courants émanés des deux yeux dans un foyer commun qui est celui de la sensation harmonique? Les harmonies visuelles de forme trouvent donc leur explication dans l'excitation de foyers nerveux spéciaux à ces ordres de sensations.

Mais, alors, combien ne va-t-il pas falloir de foyers pour expliquer les variétés extrêmes de la sensation harmonique et leurs combinaisons presque infinies? Une pareille agglomération de cellules nerveuses existe seulement dans le cerveau, et nous voici naturellement invités à chercher en ce point le lieu où se rencontrent les sensations de valeur pour s'y comparer et entre-mesurer de mille façons dans les jeux de la forme.

Mécanisme des réflexes de symétrie.

Les contrastes spontanés ou réflexes simultanés et successifs de la forme (les symétries) ont une explication mé-

canique simple. Ils sont les sensations produites par l'équilibration naturelle des courants entre les foyers communiquants de la sensation visuelle, exactement comme l'on verra tout à l'heure des contrastes ou réflexes de teinte. Une démonstration détaillée sera donnée à ce propos, et j'y renvoie le lecteur (art. 3 de ce chapitre).

II

GENÈSE DES HARMONIES VISUELLES DE TEINTE.

Distinction des radiations par l'œil artificiel.

Comment est-il possible de faire distinguer par un aveugle, à des différences de sons, suivant le principe choisi pour notre œil artificiel, les diverses radiations spectrales ?

La solution de ce problème est basée sur les différences de force électromotrice ou de tension des courants photoélectriques suivant l'espèce de radiation qui les produit, différences représentées par les hauteurs ou tensions de la sensation visuelle précédemment exposées.

Considérons seulement les trois hauteurs habituelles principales du bleu, du jaune et du rouge. Il est certainement possible sinon de les isoler complètement, du moins de les faire résonner très diversement dans l'œil artificiel. Si l'on divise le fil de communication entre les pôles de sa pile en trois brins diversement résistants, c'est-à-dire plus ou moins minces et longs, les fortes tensions produites par la lumière rouge, seules aptes à surmonter toutes les résistances, traverseront seules les fils minces et allongés. Les tensions faibles produites par la lumière bleue ne pourront circuler que dans le fil le plus gros et le plus

court. Les tensions moyennes, enfin, produites par la lumière jaune, courront dans les fils d'épaisseur et de longueur moyennes, associés aux seules tensions extrêmes.

Armons maintenant chacun des trois fils d'une sonnerie de ton différent et voyons ce qui a lieu si l'on masque les piles successivement avec un verre bleu, un verre jaune ou un verre rouge. Dans le premier cas, l'on n'entendra que la note du fil le plus court et cela sera pour l'aveugle la caractéristique du bleu. Dans le second cas, l'on entendra cette note encore, mais en même temps aussi la sonnerie du fil moyen, et cette association sera la caractéristique du jaune. Le troisième cas, enfin, sera le seul où l'on entendra les trois notes ensemble, le seul où se fera entendre la note du fil le plus long, et son apparition caractérisera le rouge.

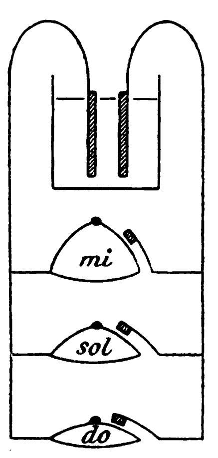


Fig. 13. — Plan d'un œil artificiel rudimentaire.

Et maintenant montrons que tout ceci n'est pas inventé à plaisir, mais bien calqué sur les procédés mis en œuvre par la nature dans notre rétine, avec la seule différence de la sonnerie que remplace en la circonstance notre propre perception intellectuelle. Mais auparavant, il faut indiquer quelle est, en ses traits généraux, la disposition histologique des éléments nerveux dans la rétine.

Les éléments nerveux de la rétine.

La rétine nerveuse comprend trois organes cellulaires importants : 1° les cellules nerveuses terminales ; 2° les

cellules interplexiques ; 3° les grandes cellules rétiniennes.

1° *Les cellules nerveuses terminales*, étroites et effilées, sont terminées postérieurement en forme de *cône* ou de *bâtonnet* dont l'extrémité est en contact avec la cellule épithéliale. On se rappelle que, sous l'influence de la lumière, une attraction entraîne le chevelu épithélial et les cônes ou bâtonnets à se pénétrer réciproquement. On se rappelle aussi que le pourpre baigne les extrémités bacillaires seules. Le corps de la cellule vient ensuite avec son noyau, et enfin, l'autre extrémité, qui est un fil ramifié en une abondante expansion fibrillaire. Cette expansion s'enchevêtre dans une disposition identique de la couche suivante pour former ce que l'on appelle, depuis Ranvier, *le réseau* ou *plexus nerveux basal*, premier enchevêtrement de ce genre que rencontre le courant nerveux visuel.

2° *Les cellules interplexiques* forment plusieurs couches superposées de cellules arrondies appelées aussi simplement *grains* de la rétine. Les premières rangées sont terminées de côté et d'autre en un filament qui se ramifie ensuite et sont dites *bipolaires*. Les ramifications du filament postérieur appartiennent au plexus basal ; celles du filament antérieur s'enchevêtrent dans les expansions identiques de la couche suivante pour former avec elles un second réseau nerveux appelé *plexus cérébral*. La dernière rangée de ces cellules manque de prolongement postérieur et devient « unipolaire ».

3° *Les grandes cellules* diffèrent des précédentes par leur volume généralement plus considérable. Elles sont de forme irrégulière et armées en arrière d'expansions multiples qui leur ont valu l'appellation commune de *multipolaires*. De chacune émanent autant de filaments tôt ramifiés et concourant à composer le plexus cérébral. Elles se continuent en sens inverse par une fibre qui s'en-

gage dans le nerf optique et fait communiquer la rétine avec le cerveau.

La rétine reçoit, enfin, dans son plexus cérébral, des expansions directes du nerf optique ; de sorte qu'elle communique avec le cerveau, soit par l'entremise des grandes cellules, soit aussi directement et sans leur entremise.

Toutes ces diverses dispositions ont été rendues dans la figure 14, où sont représentées successivement les diverses

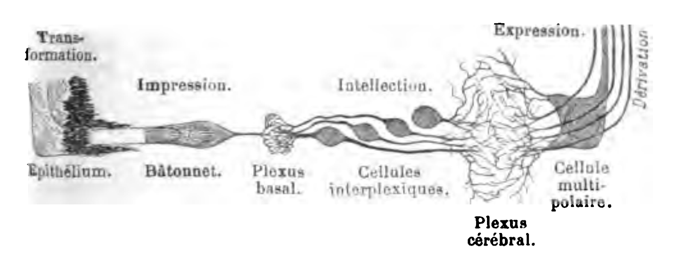


Fig. 14. — Schéma histologique de la rétine.

couches les plus importantes de la rétine au nombre de 7, et dont voici l'énumération :

1° Couche des cellules épithéliales ; 2° couche des cellules nerveuses terminales ; 3° plexus basal ; 4° couche des cellules interplexiques ; 5° plexus cérébral ; 6° grandes cellules ; 7° les fibres du nerf optique.

Je rappelle encore que l'épithélium occupe le plan postérieur, et que les rayons lumineux doivent, par conséquent, traverser tous les éléments de la rétine pour arriver jusqu'au lieu de leur transformation électrique nerveuse. Ces éléments sont, est-il besoin de le dire, très transparents.

La sélection des hauteurs.

Le premier problème qui se pose dans l'interprétation des teintes est celui de la sélection des courants nerveux issus de l'impression lumineuse suivant leur hauteur de tension respective. Une expérience très simple va nous servir de point de départ dans cette étude.

Prenons une série de papiers de couleurs différentes et découpons-les en carrés égaux aussi petits que possible; inférieurs, par exemple, à 1 millimètre de côté ; puis collons-les à 1 millimètre d'intervalle les uns des autres sur un papier blanc, et examinons-les à des distances de plus en plus grandes. A 3 mètres, il sera encore possible de les distinguer isolément ; mais, plus loin, ils finiront par se confondre. Arrêtons exactement le plus grand éloignement qui permette encore de les distinguer, et mesurons-le. Puis calculons alors, étant donné le diamètre et la distance, quel est l'angle sous lequel les petits carrés nous apparaissent. On a trouvé, par des essais infiniment répétés, que le plus petit angle de distinction égale 1 minute, et même qu'il peut lui être inférieur.

On sait, d'autre part, en vertu de l'expérience et du calcul, que cette dimension angulaire de 1 minute représente, dans les images du fond de notre œil, une dimension constante, si l'œil est normalement construit, et que cette dimension correspond au diamètre même des terminaisons nerveuses.

Or, voici ce qui arrive dans ces essais en ce qui concerne la teinte. Pas plus tôt les points sont-ils distingués, qu'en même temps on en détermine exactement la couleur. En d'autres termes, et d'une manière plus générale encore : la plus petite image perceptible, celle-là même

qui est inférieure au diamètre d'un cône ou d'un bâtonnet, est distinguée par nous avec toutes les variétés possibles de teinte.

Il résulte nécessairement de ce fait que toutes les cellules terminales recueillent indifféremment les courants de diverses hauteurs, qui sont les éléments des relations de teinte, et que leur sélection est à chercher plus loin dans la chaîne nerveuse.

Les cellules interplexiques se présentent naturellement disposées pour ce rôle, étant en nombre beaucoup plus grand que les cellules terminales. Elles sont séparées d'elles par des filaments variés de longueur et d'épaisseur. Une pareille disposition implique des différences nécessaires dans les résistances qui conduisent aux cellules interplexiques et entraîne au triage non moins inévitable des courants, suivant la hauteur de leurs tensions respectives. Exactement comme dans l'œil artificiel, les larges courants des faibles hauteurs appartiennent aux seuls conduits larges et peu résistants des fils épais et courts; les courants plus énergiques, ceux des hauteurs moyennes, surmontent les résistances moyennes; enfin, les petits mais très puissants courants des hauteurs extrêmes, sont seuls à surmonter les grandes résistances des fils longs et minces. De cette façon, un certain niveau de tension appartient en propre à chaque cellule interplexique, et le triage des hauteurs s'en trouve effectué.

L'explication mécanique des différenciations de hauteur apparaît, en définitive, tout naturellement dans la distribution des courants, suivant leur hauteur de tension respective, entre les filaments qui conduisent des bâtonnets aux cellules nerveuses interplexiques. Sans doute le triage n'est pas absolu. Les tensions du rouge et du jaune se mêlent à celles du bleu pour produire la sensation bleue;

celles du rouge à celles du jaune, pour produire la sensation jaune. Mais il n'importe, pourvu qu'il en résulte une distinction physiologique suffisante. Th. Young n'avait-il pas déjà admis dans sa théorie trois ordres d'éléments universellement excitables par toutes les lumières, quoique en proportions différentes ?

Les harmonies de hauteur ou teintes.

On a vu antérieurement qu'il faut entendre par teintes, des notions d'intervalle ou d'accord, ou encore simplement de relation entre les hauteurs de tension visuelle. La preuve en est, on s'en souvient, donnée de diverses façons, et, entre autres, par ce fait capital qu'une radiation quelconque, vue isolément, n'a pas de teinte (il n'y a pas de teinte dans le laboratoire du photographe). Un quelque chose doit donc présider à ce que l'on peut appeler, d'un terme emprunté à l'ancienne jurisprudence, le *récolement*, ou la lecture sommaire de ces rapports.

Ce quelque chose est la sensation harmonique, telle que nous la connaissons déjà, de l'étude de la forme, et qui est la surcharge nerveuse provoquée en un foyer supérieur par l'action commune de plusieurs courants élémentaires. Cette sensation suppose des foyers harmoniques distincts des foyers élémentaires.

Je ne crois pas impossible d'attribuer un rôle rudimentaire de ce genre aux cellules unipolaires, dernière couche des cellules interplexiques. Nécessairement excitées par la seule influence ou induction électrique, et non par un courant direct, puisqu'elles n'ont pas, en arrière, d'expansions fibrillaires, les cellules unipolaires doivent recueillir par cette voie les effets sommaires de tous les foyers qui les précèdent immédiatement. Leur excitation est, en con-

séquence, une résultante de l'action superposée des cellules interplexiques bipolaires, et peut être considérée comme expliquant la sensation relative ou harmonique de teinte dans son ébauche rétinienne.

Mais le nombre des cellules interplexiques unipolaires est très restreint, car elles sont une couche unique d'éléments relativement volumineux. Il n'est donc pas possible qu'elles suffisent aux multiples relations des teintes.

En outre, on va voir qu'une partie essentielle du mécanisme des teintes, celui de leur équilibration par les contrastes, a son siège principal fixé par l'expérience, non plus dans la rétine, mais dans l'écorce cérébrale. C'est donc là que l'on se trouve tout naturellement entraîné à chercher les foyers secondaires où sont colligées les diverses hauteurs de courants pour y fournir les sensations harmoniques qui résultent de leur relation ou collision.

Je résume ce difficile sujet, et voici mes conclusions. Le mécanisme des teintes comporte nécessairement deux opérations.

L'une est de sélection ou de différenciation des hauteurs ; elle a trouvé son explication naturelle dans leur triage à travers les méandres qui conduisent aux cellules interplexiques bipolaires ; ces cellules sont à considérer comme les foyers de sélection des hauteurs.

L'autre opération est de récolement. Elle consiste dans l'éveil d'une sensation harmonique résultant de la collision des diverses hauteurs, dans un foyer ultérieur, rétinien ou cérébral.

III

GENÈSE DES RÉFLEXES DE TEINTE.

Le rôle équilibrateur des réflexes visuels de teinte.

Rappelons brièvement en quoi consiste le jeu remarquable des nuances de contraste dans lesquelles nous avons appris, antérieurement déjà, à reconnaître des phénomènes réflexes.

Sitôt qu'une impression visuelle a été produite en un point quelconque du champ visuel, il apparaît, tout autour de ce point et allant en mourant jusqu'aux limites extrêmes du champ, une sensation de teinte exactement complémentaire, c'est le réflexe simultané. L'impression première venant à cesser, tout aussitôt il en résulte un phénomène inverse donnant à l'ensemble du champ la teinte de l'excitation initiale, et, à l'endroit de cette excitation, la teinte complémentaire; c'est le réflexe consécutif. Un instant après, les relations sont de nouveau interverties, et ainsi de suite jusqu'à ce que toute sensation soit définitivement éteinte.

Désignons par le signe + la teinte de l'excitation première, et par le signe — celle de sa complémentaire, on développera le phénomène dans le tableau suivant :

Au lieu de l'impression.	*Dans le reste du champ.*
+	—
—	+
+	—
—	+

Si l'on se rappelle que la sensation complémentaire représente l'ensemble des hauteurs non comprises dans

l'excitation première, il devient évident que chaque impression visuelle ne provoque pas seulement un phénomène sensoriel momentané, mais, à côté de lui et après lui, toute une série de sensations ayant pour résultat final de faire passer dans l'étendue entière du champ la totalité des sensations de hauteur.

Je ne saurais mieux comparer cela qu'au phénomène qui se produit dans une cuve remplie d'eau lorsqu'on vient à y laisser tomber une pierre. En même temps qu'une excavation est produite au point de la chute, une onde naît, qui soulève toute la surface de la cuve et se propage en mourant jusqu'au bord. Mais bientôt, le poids de la périphérie l'emportant sur le centre, celle-ci vient à s'affaisser, tandis que le centre se soulève, et ainsi de suite chaque fois en sens inverse jusqu'au complet repos de la surface.

Une comparaison plus simple encore est celle des plateaux de la balance. Que l'on déprime l'un, et aussitôt l'autre se soulève ; qu'on l'abandonne ensuite à lui-même, une oscillation naît en sens inverse, et le phénomène se poursuit en diminuant jusqu'au moment du repos complet.

Les réflexes visuels représentent certainement des mouvements analogues d'équilibration dans le domaine de la sensibilité visuelle.

Mais qu'est-ce donc alors que la sensibilité ? Ici nous devons empiéter sur la suite de cet ouvrage et dire qu'il est, dans les nerfs, à l'état de repos comme à l'état d'activité, une force dont la tension momentanée représente ce que l'on appelle *sensibilité.* Des variations de cette force sont produites par les impressions qui viennent du dehors et représentent les courants nerveux.

Voyons maintenant ce qui aurait lieu si la tension momentanée, qui représente la sensibilité du champ visuel n'était pas sans cesse égalisée dans l'étendue de la surface

rétinienne. Certainement les impressions rencontreraient des résistances très différentes, et nulle image ne produirait des effets nerveux proportionnés aux relations qui la composent. L'impression qui vient de passer gênerait l'impression présente et la déformerait au point de la rendre inutilisable. Il se produirait exactement ce qui arrive au photographe lorsque, par mégarde, il utilise, pour une nouvelle impression, un cliché usagé, ou ce qui arrivait communément à la photographie par les procédés lents du début : toute figure quelque peu mobile se trouvait transformée en une image informe. Certainement il en serait de même de nos sensations visuelles, si notre sensibilité n'était sans cesse équilibrée.

Une équilibration de la sensibilité est donc indispensable à la netteté des sensations, et les réflexes, tant simultanés que consécutifs, en sont l'expression.

Le mécanisme des réflexes visuels de teinte.

Considérons encore la marche des courants nerveux dans la rétine. Il ne reste plus pour nous qu'une étape à y courir, celle des grandes cellules multipolaires. En effet, le mécanisme de répartition des hauteurs, qui est à la base des sensations de teinte, nous a conduits jusqu'à l'extrémité des cellules de la couche interplexique. C'est là que nous devons reprendre le courant nerveux visuel pour en suivre la marche ultérieure dans l'explication des réflexes de teinte.

Représentons-nous, sous la forme de courants divers sortant des éléments interplexiques, les effets d'une impression lumineuse variée. Ces courants rencontrent à nouveau des résistances diverses suivant l'épaisseur et la longueur des filaments qui mettent en contact cette couche celluleuse avec la suivante dans le réseau fibrillaire appelé

le *plexus rétinien cérébral*. Ils gagnent, par conséquent, à travers des voies différentes, les grandes cellules multipolaires, dont nous négligeons momentanément la communication avec le cerveau. Ces cellules en sont excitées, et l'excitation venue par un pôle se transmet à l'élément tout entier pour s'écouler ensuite par tous les pôles et les expansions qui en dérivent.

La figure 14 nous montre ce qui doit alors arriver. Une excitation quelconque, parvenue à l'une des nombreuses expansions fibrillaires de la cellule multipolaire, est transmise à la cellule d'abord, puis à tous les filaments qui en émanent; elle est, par conséquent, envoyée en arrière ou réfléchie, et, rencontrant les expansions fibrillaires des cellules interplexiques, elle suit cette voie jusqu'à venir exciter en retour les foyers mêmes qui les composent.

S'il s'agit, par exemple, d'un courant de hauteur habituellement bleue, ayant excité l'élément interplexique correspondant, le courant en retour portera l'excitation sur les autres éléments communément affectés au jaune et au rouge, et donnera naissance à une sensation complémentaire, celle des réflexes simultanés. Le phénomène est exactement celui que l'on observe dans les liquides lorsque les récipients qui les contiennent communiquent entre eux; si l'on vient à charger l'un des vases, le liquide ne tarde pas à emplir tous les autres.

La comparaison avec les liquides des vases communiquants explique tout à fait bien encore ce qui va se passer lorsque l'impression lumineuse directe a pris fin. C'est d'abord une dépression au lieu de première excitation, tandis que l'excitation complémentaire atteint son summum, et c'est ensuite une série d'oscillations dans un sens et dans l'autre représentant les phénomènes du réflexe consécutif.

En résumé, l'explication mécanique des réflexes de teinte me paraît résider dans le fonctionnement des cellules de la couche postérieure, grandes cellules ou cellules multipolaires de la rétine, à l'égal d'un réservoir établissant une communication et une équilibration entre les foyers interplexiques où s'opère la répartition des hauteurs. Nous verrons plus tard (deuxième partie, Intelligence) intervenir entre l'impression première et la cellule multipolaire, non plus seulement quelques couches de grains cellulaires nerveux, mais à titre de dérivation toute l'énorme chaîne des foyers cérébraux. Nous pouvons les supprimer ici sans en atténuer la vérité générale.

CONCLUSION.

PERFECTIONNEMENT FINAL DE L'ŒIL ARTIFICIEL.

La série des opérations que l'observation et l'analyse physiologiques nous ont permis de déceler dans le mécanisme de la sensation visuelle représente finalement quatre étapes fournies par autant d'organes fondamentaux, qui sont :

a) Un organe de *transformation* fourni par une pile photochimique représentée par les cellules épithéliales ;

b) Un organe ou foyer nerveux de première *impression* ayant son siège dans les cellules nerveuses terminales;

c) Un organe de *sélection* ayant son foyer dans les cellules entre plexus ;

d) Enfin, un appareil d'*expression* réflexe dont l'organe ou foyer rétinien, en communication avec le cerveau, est la grande cellule multipolaire.

Transformation, impression, sélection, expression,

telles sont, en quatre termes, les opérations mécaniques élémentaires de la sensation de couleur. Nous apprendrons, dans la suite, à les reconnaître dans tous les ordres de sensations.

Toutes ces dispositions sont aisées à reproduire dans un œil artificiel, mais il faut, à cet effet, apporter à l'appareil tel que nous l'avons représenté tout d'abord, l'élément nerveux fondamental signalé en passant, et que l'avenir nous fera connaître en détail : le foyer de la force nerveuse. Toute notre interprétation de la psychologie sera, en effet, basée sur la préexistence de la force dans les nerfs et sur sa mise en action par les chocs extérieurs. Elle peut être représentée très exactement dans l'œil artificiel par des accumulations électriques.

Soit donc à résoudre le problème de faire voir un aveugle par les procédés de la nature. Il y aurait à préparer et à relier entre eux :

1° Une batterie de piles photochimiques ;

2° Des accumulateurs électriques en nombre égal aux piles ;

3° Un réservoir électrique réglant uniformément et ramenant sans cesse, au même niveau, la charge de ces accumulateurs ;

4° Une sonnerie d'au moins trois sonnettes électriques, de tons différents, pour chaque élément de pile.

Des anses de fils différents de longueur et d'épaisseur recueilleraient les diverses sortes de courants produits dans chaque pile par les diverses sortes de lumière et seraient disposées de façon à provoquer la décharge des accumulateurs. Le courant de ceux-ci agiterait la sonnerie.

Que la lumière vienne à frapper la batterie, il en résultera des sons, des harmonies de sons, voire des mélodies que pourrait enregistrer un phonographe.

L'intensité et la longueur d'onde de la lumière seront signalées par des variations dans l'intensité, et la hauteur des sons donnant à l'auditeur les notions équivalentes aux valeurs et aux hauteurs de la couleur.

Les teintes seront représentées par les relations harmoniques des divers sons et leurs changements par les successions d'harmonies ou mélodies.

Les réflexes apparaîtront à des accords complémentaires accompagnant en sourdine les notes frappées et leur succédant aussi.

La répartition des sons dans les diverses parties de la sonnerie pourra même figurer des images visuelles en indiquant les différences de répartition de la lumière dans le champ de la batterie. Cela ne se passe pas autrement chez les insectes, dont chaque facette oculaire est un œil rudimentaire aboutissant à un seul élément nerveux.

Enfin, les chaleurs de ton seraient rendues sensibles aux changements harmoniques que produiraient ou bien une solution de pourpre rétinien interposée sur le trajet de la lumière incidente, ou simplement des verres de couleurs différentes successivement interposés sur le trajet des rayons lumineux.

LIVRE III.

LES GRADATIONS DE LA COULEUR.

Ce livre a pour objet d'étudier les étapes par lesquelles la nature a passé et passe encore pour aboutir au plein perfectionnement de la sensation de couleur telle que nous avons appris à la connaître, et d'en étudier également les déchéances morbides. Il comprend, en conséquence, deux parties :

1° La gradation progressive de la couleur;

2° Sa dégradation.

CHAPITRE I.

DE LA GRADATION PROGRESSIVE DE LA COULEUR.

Les données authentiques sont très restreintes en ce qui concerne l'histoire proprement dite, ou histoire littéraire, de notre développement. Les termes du langage pourraient cependant en fournir des traces, et cette hypothèse a conduit les linguistes à rechercher, à l'exemple de Lazarus Geiger (1), l'histoire littéraire des noms de couleur.

On aurait trouvé que les anciennes formes du langage manquent de termes pour désigner certaines couleurs, et

(1) Laz. Geiger, *Zur Entwickelungsgeschichte der Menschheit*. Stuttgart, 1871.

l'on a voulu en conclure à l'absence des sensations correspondantes. Homère, par exemple, ne connaîtrait pas le mot κυάνεος, qui a désigné plus tard, en grec, la couleur bleue ; et le terme γλαυκός, qu'il se plaît à employer, désignerait dans sa bouche diverses teintes souvent fort éloignées du bleu franc. Je veux le croire, puisqu'on me le dit, mais je n'en saurais conclure, avec les linguistes, que le bleu aurait été inconnu aux Hellènes contemporains d'Homère. La sensation ne manque pas nécessairement, parce que le mot est absent. Le mot naît, ainsi qu'on a dit très judicieusement, non pas avec la sensation, mais avec les besoins sociaux. Actuellement, en ce qui concerne les couleurs, le langage des peuples non civilisés témoigne d'une pauvreté relative, et, si l'on se livre à un examen plus approfondi, on ne découvre pas, chez ces sauvages, une réelle infériorité de sensation. Les documents tirés du langage me paraissent, en conséquence, dénués de toute espèce de valeur.

Songez donc qu'à Marseille, qui n'est pas un pays de sauvages, quelque mal qu'on puisse penser des Marseillais, à Marseille, où les colorations sont à peu près celles de la Grèce d'Homère, le sulfate de cuivre, qui est, pour les gens du Nord, un bleu caractérisé, est appelé couramment vert par le commun peuple de nos cliniques, où il y en a toujours une solution. C'est « l'eau verte », appelée ailleurs eau *céleste*, tant redoutée, parce qu'elle est douloureuse, et si prisée pourtant, parce qu'elle guérit l'ophtalmie de ces pays. Les mêmes gens voient aussi l'eau de la mer plus souvent verte que bleue, et ils l'affirment. Pourtant, Dieu sait si la mer, à Marseille, est souvent bleue. Ces gens ne sont point des daltoniens, je n'ai pas besoin de le dire, je les ai interrogés et, parmi eux, nombre de jeunes filles habiles à déterminer les plus fines nuances

des laines, et je me suis rendu compte qu'en disant de l'eau de la mer et des solutions de sulfate de cuivre qu'elles sont vertes, ils entendent nuancer avec précision. Ce sont, en effet, des bleus qui tirent sur le vert plutôt que sur le violet, des « verts d'eau ». Que dirait-on si quelque littérateur, s'emparant de l'observation que je viens de relater, venait à prétendre que les Marseillais ne connaissent pas le bleu, alors qu'au contraire ils en nuancent les finesses? Sans doute on dirait que ce littérateur émet une absurdité. Notons, enfin, que le bleu est précisément la couleur primitive par excellence, celle sur laquelle tout le monde s'accorde, même les plus disgraciés du sens de la vision ; il serait réellement étrange qu'il eût manqué aux contemporains d'Homère.

L'histoire littéraire étant prise en défaut, il nous reste le mode d'investigation habituel aux naturalistes, qui consiste à interroger la sensation dans des êtres humains restés inférieurs en développement. C'est là, on va le voir, en ce domaine comme en d'autres, une mine remarquablement riche où se trouve inscrite l'histoire de l'humanité la plus reculée, avec une sûreté et une précision de détails toute paléographique.

Cette étude se confond avec celle du daltonisme. Les états de développement incomplet de la sensation de couleur ont, en effet, reçu le nom de *daltonisme*, du nom du physicien anglais Dalton, qui en était atteint lui-même, et a pu donner à leur sujet de précieux renseignements. Ses compatriotes ont protesté contre l'emploi de ce terme considéré comme injurieux ; malgré leur opposition, l'usage en est resté, en français tout au moins, avec l'intention évidente de perpétuer très honorablement le nom d'un physicien remarquable. J'y vois l'avantage d'un nom neutre, et sans préjugé théorique aucun, alors qu'on n'en

peut pas dire autant de l'expression anglaise ou allemande, *cécité des couleurs*. Je ne puis assez protester avec les daltoniens eux-mêmes contre ce dernier terme ; le daltonien distingue les couleurs, il en goûte le charme séduisant ; ses procédés sont plus rudimentaires, sans doute, mais il n'est pas aveugle pour les couleurs, et cela suffit pour faire rejeter une pareille dénomination.

Enfin, il est à côté du daltonisme humain une autre source d'information non moins précieuse, c'est l'étude de la sensation visuelle dans l'échelle animale. Cette étude fourmille de documents propres à éclairer le sujet.

Nous distinguons trois étapes principales ou degrés de développement de la sensation de couleur :

1° Le protochroïsme ;
2° Le métachroïsme ;
3° Le pléochroïsme.

I

LE PROTOCHROÏSME.

(Forme protochroïque du daltonisme.)

Le protochroïsme est l'état des sujets doués des seules tonalités de valeur, hauteur et chaleur, mais privés du sens harmonique des relations de teinte. Les auteurs l'appellent *achromatopsie*, d'un terme tout à fait impropre, car il n'est pas vrai que le protochroïque ne puisse pas reconnaître les unes des autres les longueurs d'ondes différentes. Le protochroïsme appartient en propre aux animaux protozoaires dont la vision s'effectue indifféremment par toutes les parties de leur substance, mais il peut aussi être l'apanage de beaucoup d'êtres doués d'organes visuels et même de l'homme.

Vision des protozoaires unicellulaires.

Les protozoaires unicellulaires, bactéries, infusoires et microbes en général, sont sensibles à la lumière de deux façons :

C'est d'abord à la façon des plantes par des phénomènes de nutrition analogues à ceux qui caractérisent la fonction chlorophyllienne, celle qui fait verdir le feuillage, épanouir les fleurs à la lumière, et les laisse, au contraire, pâles et stériles dans l'obscurité. Les protozoaires présentent de même une végétation plus active quand ils vivent dans la lumière. Cette fonction n'entre pas ici en ligne de compte, et nous ne la pouvons considérer comme appartenant aux manifestations sensorielles de la lumière. La fonction réellement sensorielle de la lumière peut être estimée quand on la voit provoquer des mouvements. Or, on sait, de maints protozoaires, qu'ils fuient le jour ou bien qu'ils le recherchent, manifestant ainsi, non seulement leur sensibilité à la lumière, mais à des différences souvent très faibles de son intensité.

Cette fonction est liée, pour quelques-uns, à la présence de taches pigmentées : la plupart en sont dépourvus, et l'on doit en conclure que la sensibilité à la lumière est une propriété commune au protoplasma en général, qu'il soit pigmenté ou non.

L'absence de toute organisation nerveuse à l'intérieur de ces êtres primitifs, empêche de croire, de supposer même, qu'ils soient aptes à des sensations relatives de l'ordre des teintes. Seules les tonalités élémentaires leur sont accessibles. On peut, sans doute, obtenir des résultats différents par des lumières de radiations diverses, et il n'y a rien là que de très naturel. Nous pensons, en effet, et

nous répétons ici, que le mode d'action de la lumière sur le protoplasma en général, ne peut être différent de celui que l'observation et le raisonnement nous ont fait connaître dans sa spécialisation épithéliale rétinienne, celui d'une transformation électrique par la voie photochimique. Nous savons, d'autre part, que la puissance chimique varie avec la longueur d'onde. Il est donc évident que les lumières auront, à quantités égales, une action plus ou moins vive suivant la longueur d'onde que l'on considère. Elles pourront être distinguées entre elles aux effets différents des changements d'intensité qui représentent le phénomène de Purkinje, et avec lui la gamme des hauteurs.

La gamme des hauteurs, aussi bien que celle des valeurs, appartient donc aux protozoaires unicellulaires, qui sont les protochroïques types.

Vision des cœlentérés, vers, mollusques et arthropodes.

La question se pose de savoir s'il est des protochroïques dans les organisations supérieures des êtres doués d'un système nerveux et d'organes visuels reliés avec ce système. Cela me paraît évident de tous les animaux dont le système nerveux est rudimentaire. Il faut, avons-nous vu, une série de dispositions très particulières pour assurer le service de la sélection et de la comparaison des hauteurs, qui est le fondement des sensations de teintes ; ces dispositions manquant, la fonction ne peut être.

Les animaux à sensation visuelle exclusivement dermatoptique, c'est-à-dire effectuée par la surface de la peau, appartiennent à cette catégorie et sont des protochroïques. Leur œil n'est pas localisé, mais répandu indifféremment sur la surface cutanée générale sous la forme de taches

pigmentaires dont on n'indique pas même les attaches nerveuses. La sensibilité à la lumière leur appartient, et ils en savent estimer les quantités. Ainsi, les orties de mer restent fermées aussi longtemps qu'on les expose à une lumière trop vive, elles ne s'épanouissent que lorsqu'on les met à l'abri des rayons solaires directs. D'autres, au contraire, telles que certaines méduses et leurs larves, se rassemblent de préférence sur les points les plus éclairés des aquariums. Les vers de terre sont également affectés par les rayons lumineux, et l'on a démontré que cette sensibilité n'était pas localisée, comme on l'avait cru, dans les premiers anneaux du corps, mais qu'elle existait sur toute la surface, et qu'elle permettait à ces animaux la perception de faibles différences d'éclairage.

Les animaux à sensation visuelle localisée dans de véritables yeux, mais dont la rétine nerveuse est représentée par une seule cellule de terminaison, sont encore nécessairement des protochroïques s'ils ne possèdent pas ailleurs, dans des ganglions nerveux supérieurs, un complément d'organisation suffisant pour effectuer des sélections et réflexions nécessaires à la formation des teintes. On en trouvera sans doute des exemples dans les animaux porteurs d'ocelles ou *ommatidies* (ὀμματίδιον, petit œil), formées élémentairement d'une cellule nerveuse géminée cylindrique affleurant au-dessous de la peau et plongeant dans une gaine de cellules pigmentées.

Les ommatidies sont, tantôt dispersées à la surface du corps, tantôt « pseudolenticulées », c'est-à-dire groupées au-dessous d'un épaississement cutané lenticulaire et transparent, tantôt « invaginées », c'est-à-dire tapissant le fond d'une cavité ouverte à l'extérieur par un mince orifice, tantôt, enfin, « épanouies en un bouquet saillant et à facettes ». Ces diverses dispositions, qui se rencontrent dans

les invertébrés des classes supérieures, les mollusques et les arthropodes, ne se prêtent pas par elles-mêmes au mécanisme complexe des teintes. Je répète qu'elles ne l'excluent pas cependant, car il est possible que le siège en soit situé plus en arrière dans des ganglions nerveux auxiliaires.

Des expériences qui ont été faites pour étudier la sensation de couleur dans ces diverses classes d'animaux, j'ai retenu celles récentes d'Em. Young (1) concernant l'escargot, et celles d'Aug. Forel (2) concernant la guêpe qui, toutes deux, concluent à l'absence de la distinction des teintes. (D'après Forel, comme d'après J. Lubbock (3), l'abeille aurait, au contraire, la faculté de les distinguer, et, en particulier, celle de reconnaître le bleu.) J'ai vu récemment, dans le Jura, les ruches d'un même rucher peintes de couleurs différentes par les paysans, et l'on m'a assuré que les habitants en reconnaissaient et retrouvaient plus facilement leurs demeures. Il ne faudrait pas conclure du fait, que les abeilles distinguent les unes des autres certaines radiations, qu'elles perçoivent nécessairement les sensations harmoniques ou harmonies de teinte. Nous venons de le rappeler à propos des protozoaires, certaine distinction des hauteurs peut être obtenue par la seule variation des rapports de valeur dans les changements de la lumière objective.

(1) Em. Young, *l'Escargot* (*Bulletin de la Société helvétique des sciences naturelles*, 1893).

(2) Aug. Forel, *Expériences et Remarques critiques sur les sensations des insectes* (*Recueil zoologique suisse*, 1886 et 1887. Genève, Georges, éditeur).

(3) Sir John Lubbock, *Auts, Bees and Wasps*, 1882. *On the Senses, Instincts and Intelligence of animals*, 1889 (London, Kegan, éditeur).

Daltonisme protochroïque de l'homme.

La preuve qu'il est des protochroïques, même dans les degrés supérieurs de l'organisation oculaire, sera fournie par l'observation de l'homme. Mais l'homme, même incomplet, présente, sur la plupart de ses congénères, une supériorité. Il possède dans les changements de coloration du pourpre rétinien, et dans la comparaison des parties du champ qui en sont couverts, avec le centre, qui en est dépourvu, les éléments d'une plus facile distinction des différentes longueurs d'onde.

L'observation suivante empruntée à ma pratique journalière me paraît être une illustration remarquable du protochroïsme humain affiné par la présence et la distribution du pourpre. Elle est celle d'un homme de trente-cinq ans, ayant très bonne vue, mais ayant appris de son entourage qu'il commet des erreurs dans la dénomination des couleurs. Examiné à la manière classique (épreuve de Holmgren), qui consiste à présenter à l'examen un choix multiple de laines colorées, et à initier le sujet à y chercher les pareils d'un échantillon présenté, notre homme commet les confusions les plus bizarres, mais il parvient néanmoins à distinguer les jaunes d'avec les bleus. Seulement, et c'est là le trait caractéristique, toute distinction fait absolument défaut dans certaines conditions déterminées : l'immobilité de l'éclairement et l'étroitesse de la surface.

Étudions le sujet plus attentivement.

En premier lieu, jaune et bleu sont distingués par tous les mouvements qui changent l'inclinaison des objets à l'égard de la lumière incidente, et avec elle l'ensemble de leur éclairement, et cette circonstance répond aux condi-

tions qui nous ont appris à différencier les hauteurs par les seules variations de l'intensité lumineuse. Mais pourquoi, dira-t-on, la distinction du bleu et du jaune plutôt que du violet et du rouge, pourtant plus écartés dans l'échelle des hauteurs? C'est que, nous le savons, cette échelle n'existe à l'état pur que dans l'espace très étroit du champ de fixation, et qu'elle se trouve modifiée dans l'ensemble à la façon des chaleurs de ton, qui ont leurs extrêmes dans le bleu et le jaune.

En second lieu, la distinction du bleu et du jaune est effectuée, sans aucune variation d'éclairement, par la comparaison du centre fixé avec ce qui l'entoure. Elle disparaît quand cette comparaison est rendue impossible. L'expérience se pratique comme suit: on place la laine teintée dans le creux de la main fermée, et l'on écarte progressivement les doigts, tandis que le sujet est invité à ne pas déplacer le regard. Dans ces conditions, la couleur n'est pas d'abord reconnue; elle l'est ensuite, mais seulement quand la surface à examiner vient à dépasser l'étendue de 1 degré angulaire (on sait que telle est la limite où apparaît l'aberration due au pourpre rétinien qui fait les chaleurs du ton). Un chatoiement doit se produire dans les valeurs au point correspondant à la limite où apparaît, dans la rétine, l'écran de substance pourpre, et ce chatoiement, manifeste avec une intensité différente suivant la longueur d'onde des radiations, peut servir à leur distinction.

Il est remarquable, et cela doit être noté, que le même sujet, observé quelques années plus tard, ait été trouvé reconnaissant le jaune et le bleu à première vue et dans toutes conditions. Il s'était, dans l'intervalle, exercé à reconnaître les couleurs à l'aide du verre monochromatique rouge, comme il sera expliqué plus loin. Ce jeu avait donc

réussi à développer en lui le sens harmonique élémentaire de deux couleurs, mais sans aller au delà. De protochroïque, il était devenu métachroïque.

Je conclus par cette définition du protochroïsme chez l'homme : une forme de daltonisme caractérisée à l'absence de toute perception harmonique des accords de teinte dans laquelle, néanmoins, les radiations extrêmes peuvent être distinguées grâce aux deux tonalités accessoires : la hauteur et la chaleur. La distinction par les hauteurs réside dans le phénomène de Purkinje, qui est la différente variation des valeurs pour des variations communes d'intensité objective. La distinction par les chaleurs réside dans les troubles apportés à la gamme des hauteurs par la présence du pourpre rétinien, et plus particulièrement dans la comparaison entre le centre et le pourtour du champ visuel.

Perfectionnements protochroïques.

Je veux parler des perfectionnements possibles apportés à la sensation par les détails d'organisation particuliers à certains animaux et inconnus à l'homme : les boules colorées de la rétine dans les yeux d'oiseaux, et les bâtonnets teintés de vert dans les yeux de la grenouille ou du crapaud. Leur rôle est facile à analyser.

Examinons d'abord les bâtonnets verts de la rétine. La couleur verte siège au même niveau que le pourpre ; comme lui, elle est décolorée par l'effet de la lumière. C'est donc une autre manière de gamme des chaleurs qui doit en être la conséquence, une gamme apparemment complémentaire, et qui oppose aux décolorations du pourpre des décolorations opposées. Comme les bâtonnets verts sont trouvés couramment avec les autres, il en peut ré-

sulter des comparaisons très profitables à la distinction protochroïque des hauteurs visuelles au moyen des seules variations de l'intensité lumineuse. Les effets du pourpre sont naturellement doublés s'ils se produisent en présence d'effets opposés. Voilà, pensé-je, quelle peut être l'interprétation des bâtonnets verts : celle d'un perfectionnement apporté aux tonalités visuelles dans la distinction des hauteurs.

Soient, enfin, les boules colorées de la rétine de certains oiseaux et reptiles. Ce sont des gouttelettes huileuses rouges, orangées, jaunes, verdâtres, et plus rarement franchement vertes ou même bleues, siégeant à la limite entre l'article final et le corps cellulaire de la terminaison nerveuse. On en isole la matière pour l'étude en traitant les rétines par l'alcool absolu et l'éther. On obtient ainsi des solutions vertes, jaunes et rouges, appelées la *chlorophane*, la *xanthophane* et la *rhodophane* (W. Kühne) [1]. Le rôle des *chromophanes* (c'est le nom générique que l'on donne à ces matières) ne peut nullement être assimilé à celui du pourpre à cause de leur inaltérabilité à la lumière. Elles ne sont, en effet, décolorées que par l'action prolongée et persistante des rayons lumineux. Néanmoins, à bien y réfléchir, les effets en sont peu éloignés. Le pourpre provoque, par ses décolorations successives, des changements de valeur différents pour les différentes radiations, non seulement au point que l'on considère, mais, par comparaison, entre le pourtour du champ bleuté, rougi ou jauni par la sécrétion purpurescente et le centre incolore. Des différences analogues sont effectuées par chaque boule huileuse colorée entre le bâtonnet rétinien, qui en est porteur, et celui qui n'en a pas. Il en résulte un chatoiement spécial à chaque espèce de radiation, et par lui les éléments d'une distinction protochroïque des hauteurs.

(1) *Loc. cit.* (voir p. 83).

II

LE MÉTACHROÏSME.

Définition.

Je propose d'appeler de ce nom l'état des sujets qui perçoivent des sensations harmoniques de teinte, et présentent par là une supériorité grande sur les protochroïques, mais chez qui les harmonies fondamentales n'ont pas atteint leur entier perfectionnement. C'est le second degré de développement, celui qui vient « après », et pour lequel la préposition grecque μετά me paraît d'une bonne application. Elle est conforme à l'usage qui l'a fait employer dans l'expression zoologique *métazoaire*, pour désigner une classe d'animaux supérieurs aux protozoaires, et venant après eux dans l'échelle des êtres vivants, et aussi dans l'expression géologique *métazoïque*, pour désigner les terrains postérieurs à l'apparition des animaux.

La plupart des daltoniens perçoivent des accords ou intervalles harmoniques de teinte. Leurs réponses sont immédiates lorsqu'on les invite à nommer les hauteurs. Ils n'ont nul besoin, pour se décider, de recourir aux variations de l'éclairement, non plus qu'aux surfaces étendues. Cela ne les empêche pas de commettre, à notre point de vue, les plus grossières confusions.

Leur état est caractérisé par l'absence de l'un des trois accords fondamentaux qui forment, pour nous, l'accord parfait majeur. L'accord parfait majeur bleu-jaune-rouge est, on s'en souvient, celui d'une note tonique de hauteur inférieure, située au seuil de la sensibilité visuelle ; il figure la tierce, la quinte et l'octave de cette tonique invi-

sible. Or, de même qu'il est des intervalles acoustiques dont la qualité harmonique échappe à plusieurs, telle la quinte augmentée; de même aussi il est beaucoup d'hommes à qui manque totalement l'harmonie supérieure rouge répondant à l'octave de la gamme acoustique. Ce sont les daltoniens métachroïques.

Réduit à la possession de deux teintes fondamentales au lieu de trois, le métachroïsme peut être appelé un *système dichroïque*. Cela ne l'empêche pas d'être riche de sensations extrêmement variées au même titre que les sentiments dont on développera dans la suite la formule également dichroïque.

Observation des faits.

Cette infirmité est le plus souvent héréditaire; elle se poursuit de génération en génération, n'atteignant que les enfants mâles et presque jamais les filles, mais se retrouve ensuite très souvent chez les fils de celles-ci. La fréquence en est considérable. On compte 3 daltoniens sur 100 hommes (à peine 1 sur 1 000 femmes).

Deux variétés ont été distinguées. Les uns, parmi les daltoniens métachroïques, sont aveugles pour les hauteurs extrêmes, et leur spectre solaire en est raccourci. Les autres ne sont point aveugles pour ces mêmes notes, mais leurs confusions n'en sont pas moins identiques. En réalité, donc, il n'existe qu'une espèce de métachroïsme, et les différences que l'on signale n'empêchent pas l'une et l'autre variété d'être indifféremment caractérisées par l'absence du troisième accord fondamental de la tonique.

Voici, par exemple, l'observation d'un jeune garçon que j'étudiai il y a peu de jours. Il appartient, par son père, à une famille où l'on cultive la peinture, et où l'on



Fig. 15. — Peinture et sa copie par un daltonien.

(Voyez le chapeau, les cheveux et la barbe, la cravate le parapluie, les sabots.)

ne sait pas ce que c'est que des erreurs sur la couleur. En revanche, deux frères de sa mère sont daltoniens. Lui est seul de son espèce dans une génération de six frères et sœurs. Sa vue est, du reste, excellente sur tous les autres points. J'ai reproduit ici (fig. 15) la copie faite par lui d'une peinture représentant un personnage à barbe rouge et à cravate verte : la barbe y a été copiée verte et la cravate rouge, et cela aussi franchement que possible. Un parapluie bleu-verdâtre foncé a été fait violet. En revanche, l'habit bleu clair est resté tel, et le jaune vif d'un manche de parapluie a été reproduit sans faute. En résumé, les verts sont confondus avec les rouges, et les bleus verdâtres avec les violets, mais bleu franc et jaune franc ne sont l'objet d'aucune confusion, c'est là aussi ce qui ressort de l'épreuve faite par le triage des laines. Notons, enfin, pour terminer, que, si l'on demande au sujet de nommer les couleurs qu'on lui présente, jaune et bleu sont nommés d'emblée et sans aucune hésitation, au centre comme au pourtour du champ visuel, et qu'il n'est pas besoin pour cela du déplacement cher au protochroïque ; l'hésitation apparaît dans toutes les autres teintes.

L'observation que l'on vient de relater appartient à la catégorie des daltoniens qui n'ont pas le spectre raccourci du côté du rouge : on le démontre aisément par l'examen direct du spectre solaire. La preuve en est fournie également par la valeur relative des couleurs de confusion. Quand la perception des notes élevées est conservée, ces valeurs sont exactement respectées, ce qui n'a pas lieu dans le cas contraire. Or, ici, les valeurs sont très scrupuleusement respectées par le jeune peintre.

Holmgren (1) a indiqué des épreuves très sûres permet-

(1) F. Holmgren, *De la cécité des couleurs dans ses rapports avec les chemins de fer et la marine.* Stockholm, in-8°, 144 p. 1877.

tant de déceler l'existence du daltonisme souvent ignoré des sujets mêmes qui en sont atteints, et d'en diagnostiquer la variété. Ces épreuves consistent à faire choisir, dans un tas de laines, les écheveaux conformes à divers échantillons successivement présentés. La première à présenter est un vert pâle. Tous les daltoniens s'y trompent; on les voit aligner, sans honte aucune, à côté des verts, la série des rouges et des bruns clairs. La deuxième épreuve est un rose qui se trouve alors mêlé à toute la série des bleus. Il est assez difficile de distinguer dans ces deux épreuves les différences de valeur qui caractérisent le spectre raccourci de celui qui ne l'est pas; c'est pour répondre à ce besoin qu'a lieu, enfin, la troisième épreuve. Elle consiste en la présentation d'un rouge franc et saturé. Si le spectre est raccourci, les verts qui seront confondus avec lui seront plus foncés; s'il n'en est rien, ils seront au contraire de même valeur.

Interprétation des faits.

Quelle est l'explication du métachroïsme?

Nous avons vu, en étudiant le mécanisme des formes et celui des teintes, et nous verrons plus tard en reprenant ce sujet d'une façon générale au point de vue de l'harmonie, que ce sont là des sensations harmoniques, c'est-à-dire nées de la superposition de sensations différentes en un foyer nerveux d'ordre supérieur.

L'écorce cérébrale, siège avéré des réflexes de teinte, foyer où s'articulent les sensations visuelles de couleur, en est le centre évident. Si le métachroïsme est, comme nous l'avons annoncé, une lacune dans l'ordre des harmonies, il doit donc correspondre à une lacune dans les foyers cérébro-corticaux visuels. Nous arrivons ainsi à cette dé-

duction toute naturelle, que le daltonisme réside dans l'incomplet développement de l'écorce cérébrale.

Revenant maintenant à l'explication qui a fait reconnaître dans les teintes fondamentales l'équivalent des intervalles de l'accord parfait majeur, et, dans le métachroïsme, l'état d'un sujet à qui le dernier intervalle de cet accord manquerait, il nous reste, en terminant, à montrer comment les confusions du daltonien s'accommodent de la théorie.

Songeons d'abord qu'en l'absence de la troisième harmonie fondamentale, les deux premières doivent suffire pour spécifier la tonique et suppléer à l'accord parfait majeur que nous appelons *blanc*. Bleu et jaune doivent, en conséquence, faire blanc, qui est dit « gris » dans les faibles éclairages. L'association de ces deux couleurs équivaut donc au gris ou au blanc suivant l'intensité. Mais cette association est, pour nous, voyants complets, le « vert ». La confusion du gris avec notre vert est donc inévitable.

D'autre part, les notes élevées du spectre, qui forment pour nous, avec la tonique, l'accord de rouge, sont, elles-mêmes, d'apparence neutre ou grise, ainsi qu'il est montré dans la figure suivante (fig. 16) représentant la distribution des teintes métachroïques dans un spectre circulairement disposé (comparez, pour la vue normale, la figure 8, p. 57). Rouge et vert paraissant tous deux indifféremment gris, il en résulte la confusion de ces deux couleurs.

Vert, rouge et gris, sont donc tous trois de même apparence grise et sont confondus. Toutes les autres confusions dérivent de celles-ci. Le violet, qui est un accord de rouge et de bleu, en perd le premier élément, il devient gris bleu ; l'orangé, gris jaune, et ainsi de suite.

Dans la variété au spectre raccourci, l'absence des

hautes radiations diminue la valeur des rouges et les fait confondre, non plus avec les gris et les verts de même valeur, mais avec des gris et des verts plus foncés tirant sur le noir.

La vision du métachroïque peut être traduite en langage acoustique, et, par là, je crois, rendue très compréhensible. Je suppose, d'une part, l'harmonium, interprète acoustique des teintes, tel qu'il a été présenté avec trois

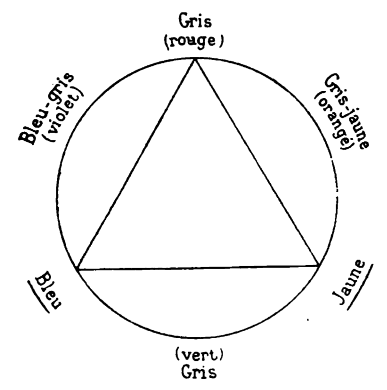


Fig. 16. — Confusion du daltonien métachroïque.

notes donnant l'accord parfait, tierce-quinte-octave, d'une tonique silencieuse. On imagine aisément les combinaisons multiples que l'on peut tirer de cet instrument. Je suppose, d'autre part, un instrument semblable armé de deux notes seulement en accord incomplet de tierce et de quinte ; on imagine aussi les combinaisons réduites qu'on tirera de son jeu.

Le premier, avec son accord fondamental complet, reproduit dans le langage des sons le jeu normal des teintes; le second, avec son accord imparfait, réduit à deux inter-

valles harmoniques, est la traduction acoustique du métachroïsme.

Je termine par cette définition qui résume notre conception du métachroïsme : « un développement incomplet des harmonies de hauteur », et je l'oppose à la définition du protochroïsme qui était l'absence totale des mêmes harmonies.

Je veux rappeler, enfin, que je ne cesse, depuis bientôt vingt ans, de recommander aux daltoniens, tant protochroïques que métachroïques, de contrôler leurs sensations à l'aide d'un verre monochromatique rouge. En regardant au travers, ils pourront distinguer aisément et rapidement le rouge du vert, et aussi le violet du bleu à l'obscurcissement immédiat de toutes les radiations autres que le rouge. Vert et bleu paraissent noirs, violet et rouge demeurent tout à fait clairs en comparaison. Mais, disons-le bien, si cet artifice aide à la distinction, il ne supplée nullement à la perception harmonique ; aussi ne voit-on jamais les daltoniens s'en servir avec plaisir. Cet essai leur rappelle leur infirmité sans nullement accroître le cadre de leurs jouissances, et ils n'en usent que contraints et forcés.

III

LE PLÉOCHROÏSME.

Je désigne sous le nom de *pléochroïsme* l'état parfait (πλέος, complet) du sens de la couleur que nous avons appris à connaître antérieurement.

Cet état est caractérisé par la possession d'un jeu complet des sensations harmoniques de teintes. Et ce jeu comporte, non plus deux intervalles harmoniques comme

dans le métachroïsme, mais bien les trois intervalles fondamentaux que nous nommons *bleu*, *jaune* et *rouge*, comparables à la tierce, à la quinte et à l'octave de l'accord parfait majeur dans la musique. Il est caractérisé aussi par l'entier développement des harmonies visuelles de forme précédemment étudiées.

Il serait oiseux de reproduire, même en abrégé, des démonstrations déjà présentées concernant ces faits, et telle n'est pas non plus notre pensée en ouvrant cet article de quelques lignes. Son but unique est de marquer avec précision quelle est la signification organique du pléochroïsme.

Pour cela, il suffit de rappeler que les teintes, sensations produites par le choc simultané de plusieurs courants nerveux de hauteurs différentes sur un foyer commun, sensations harmoniques en d'autres termes, ont, ainsi que les formes, leurs foyers fixés par l'expérience et l'analyse dans l'écorce cérébrale (voir Mécanisme des teintes et de leurs réflexes). Leur jeu complet est donc l'indice d'un développement cérébral supérieur.

Les perfectionnements ultimes du sens de la couleur ont leur source, non dans l'organisation de l'œil lui-même, mais dans celle du cerveau. Siège suprême de l'intelligence, cet organe est seul capable d'élaborer les rapprochements et combinaisons ou les harmonisations qui font les teintes et les formes.

Le pléochroïsme apparaît, en résumé, comme le suprême degré de l'intelligence visuelle.

CHAPITRE II.

DE LA DÉGRADATION DE LA COULEUR.

Les dégradations ou déchéances morbides du sens de la couleur sont :

1° La disparition des harmonies visuelles (cécité psychique) ;

2° La disparition des tonalités de chaleur (héméralopie);

3° La disparition des tonalités de hauteur et de valeur (amblyopie).

I

LA DISPARITION DES HARMONIES VISUELLES.
(CÉCITÉ PSYCHIQUE.)

L'expression *cécité psychique* désigne, dans le langage médical, l'absence des sensations de teinte et de forme; je la préfère, comme plus exacte, à l'expression *aphasie sensorielle* également usitée. La suppression des harmonies visuelles ne peut être, en effet, appelée de l'*aphasie*, quoiqu'elle soit rendue manifeste, pour l'examinateur, surtout à des lacunes dans le parler du sujet, et elle vise bien, en réalité, les foyers de ralliement général ou de l'âme individuelle que l'on comprend habituellement sous le nom de ψυχή.

Suppression des teintes.

Le foyer des sensations harmoniques de hauteur ou des teintes ayant été fixé dans l'écorce cérébrale, il a semblé naturel de rechercher si, dans les faits connus de lésions localisées dans cette partie du cerveau, il ne serait pas possible de trouver des indices de la disparition plus ou moins complète des sensations de teinte. Nous avons été servis comme à souhait par une série d'observations dont la première, due à Landolt, a été rapportée dans la thèse de son élève d'alors, maître aujourd'hui, Aug. Charpentier (Thèse de Paris, 1877), et aussi par les hasards de l'observation personnelle.

Toutes ces observations concernent des sujets chez lesquels le siège de la lésion est rendu aisé à déterminer par la coïncidence de troubles oculaires avec quelqu'un des signes habituels des lésions cérébro-corticales. Ce sont des malades atteints d'apoplexies légères reconnaissables à quelque symptôme de paralysie ou d'aphasie ou simplement à des troubles intellectuels joints à des troubles visuels qu'il faut maintenant décrire d'après les faits les plus purs.

Récemment est venu à ma consultation un homme âgé de quarante-huit ans, que je connaissais pour l'avoir antérieurement traité d'une affection de la cornée. Il se plaint de difficultés de la vision et en même temps « de ne pas voir les choses sous leur jour habituel, d'être psychiquement comme dans un autre monde, de manquer de mémoire ». Secrétaire d'une grande administration, il n'a cependant pas interrompu ses fonctions. Sa parole, bien que devenue quelque peu hésitante, ne présente aucune lacune caractérisée. On n'observe aucun trouble localisé

de la motilité ni de la sensibilité générale. L'examen visuel est le suivant : vision directe parfaite, celle des couleurs comme la distinction des lettres, mais défectuosités dans la moitié droite du champ : un mince secteur horizontal manque complètement à droite, à l'œil droit comme à l'œil gauche. En même temps et dans l'étendue entière de la moitié droite du champ pour les deux yeux, la distinction des couleurs fait totalement défaut. Blanc, gris, noir, sont les seuls noms donnés aux couleurs. Aujourd'hui, deux mois après le début de la maladie, la vision est revenue dans le secteur aveugle, l'intelligence a repris à peu près complètement ses facultés, mais nulle amélioration n'est intervenue dans la distinction des teintes par la moitié droite du champ visuel.

Voici encore le cas d'un vieillard de soixante-trois ans (obs. de Samelsohn), qui se plaint de troubles visuels survenus en même temps qu'une paralysie du côté droit. Ces troubles, il ne sait les définir exactement, et le médecin tâtonne beaucoup. On constate d'abord que l'acuité visuelle est parfaite au centre du champ comme dans toutes ses parties, et l'on prend, pour s'en assurer, les mesures les plus complètes. On interroge ensuite la perception des couleurs, et l'on ne trouve aucune trace de confusion, comme en font les daltoniens. Les couleurs sont aussi très exactement nommées avec leurs teintes et leurs nuances. Mais, ici enfin, apparaît le corps du délit. On présente les couleurs, non plus à la fixation directe, mais par côté. Alors, subitement, elles ne sont plus nommées du côté gauche, où toutes couleurs paraissent « en gris ». A droite, elles sont reconnues très complètement, et il en est de même si les deux yeux voient ensemble ou séparément. Pour chaque œil, la limite entre les deux moitiés si différentes est exactement la verticale qui passe par le point fixé. Il

n'y a pas de différence dans la clarté apparente entre les deux moitiés du champ : les gris sont également gris, et les blancs également blancs.

La maladie est donc caractérisée par la disparition complète de toute sensation harmonique de teinte dans deux moitiés symétriques du champ visuel, l'acuité visuelle étant, du reste, intégralement conservée. Landolt l'a définie *hémiachromatopie; hémichroïe* ne serait-il pas préférable ?

De pareilles observations sont des exemples remarquables du fait de dégradation que nous voulons établir et dont nous avons fait l'objet de ce paragraphe : celui de la suppression isolée des teintes. Je ne puis m'empêcher de signaler combien elles confirment les présomptions de la physiologie qui nous ont fait placer le siège des sensations harmoniques de teinte dans l'écorce cérébrale. Ce sont, en effet, des cas d'apoplexie corticale reconnaissable à des signes qui seront exposés ultérieurement au chapitre de la Connaissance. Il faut relever, enfin, que ces observations fixent le siège des sensations harmoniques de teinte dans des foyers distincts du domaine de la connaissance. La vision générale est intacte, seule l'harmonie de teinte fait défaut. Il en résulte que les notions de teinte appartiennent donc bien à des foyers spéciaux et fonctionnant indépendamment des autres foyers de la sensation visuelle. Ce fait peut nous paraître ici de médiocre importance. Il en acquerra une très grande quand il faudra expliquer le mécanisme de l'harmonie.

Suppression des formes.

On observe la suppression des harmonies de valeur ou *formes* dans les mêmes conditions que celle des teintes, c'est-à-dire dans les apoplexies légères reconnaissables à

quelque symptôme de paralysie ou d'aphasie joint à des troubles visuels.

Voici, par exemple, un homme de soixante-dix ans qui a été pris subitement d'un engourdissement de tout le côté droit, et qui, depuis ce temps, se plaint de ne plus pouvoir lire, avec ses lunettes, les caractères ordinaires d'impression ou d'écriture, bien qu'il n'ait remarqué aucun trouble de sa vision. A distance, il distingue et nomme, quoique avec quelque hésitation, les plus petites lettres des échelles visuelles. De près, avèc de bonnes lunettes, il nomme les plus petits caractères d'imprimerie ; il a donc une acuité visuelle parfaite. Mais lorsqu'on l'invite à la lecture des mots, il éprouve la plus grande difficulté ; il n'y arrive pas du tout quand les caractères sont fins ; il y réussit péniblement, et en épelant, pour des caractères moyens ; il y réussit enfin, avec quelque facilité, quand les caractères sont très gros. Le même phénomène se reproduit dans la lecture des nombres. Il est bien en état de nommer isolément les chiffres, mais c'est avec beaucoup de peine qu'il parvient à les assembler correctement. Et cette difficulté ne provient pas, bien entendu, d'un manque d'instruction, car il a beaucoup lu autrefois et connaît très bien les opérations élémentaires d'arithmétique. Il présente, en outre, la particularité exactement identique à celle que nous avons relatée au chapitre précédent d'une hémiachroïe absolue et complète de toute la moitié droite du champ visuel, mais jointe, cette fois, à une diminution sensible de la perception lumineuse générale : le blanc lui produit, à droite, une impression plus sombre qu'à gauche.

Il existe donc chez ce malade une cécité « verbale » et non « littérale ». De plus, cette cécité n'est pas absolue, et disparaît pour les gros caractères d'imprimerie. Je suis en droit d'en conclure que les harmonies de forme ont

subi une déchéance partielle. Le sujet a perdu le sens visuel des courbes composées qui font les mots tout en conservant le sens harmonique plus restreint des combinaisons de points qui font les petites lettres. On peut imaginer, pour expliquer ces faits, une superposition de plusieurs rétines cérébrales dont les supérieures auraient pour organes, remplaçant les terminaisons nerveuses de la rétine ordinaire, des appareils analogues excités, non plus par le courant primitif né de la lumière, mais par les courants développés secondairement et résultant de l'association ou harmonie des précédents.

Intimement liée aux troubles de l'aphasie, la disparition isolée des harmonies de forme que l'on vient d'exposer dans un exemple, appartient aux symptômes provoqués par les lésions de l'écorce cérébrale. La dissection des cerveaux après la mort en a même enseigné le point précis situé dans les circonvolutions du lobe postérieur ou occipital.

II

LA SUPPRESSION DES TONALITÉS DE CHALEUR.
(HÉMÉRALOPIE.)

La disparition ou l'altération de la gamme des chaleurs de ton est caractérisée par un symptôme connu de toute ancienneté : l'*héméralopie*, mot indiquant que la vue faiblit avec la chute de la lumière, d'où aussi le nom de *nyctamblyopie* donné par quelques-uns.

Ce signe est plus exactement défini : *l'insensibilité relative des parties excentriques du champ visuel aux éclairages faibles*. En effet, la vision centrale n'est pas affectée dans l'héméralopie, seule la vision excentrique est affaiblie, et cet affaiblissement est d'autant plus sensible, que l'éclai-

rage est plus faible. Il arrive, en conséquence, que, le jour baissant, et quoique l'on voie encore nettement le point fixé, il devient impossible de se conduire, parce que, autour de ce point étroit, tout est noir. Or, on sait que, pour se conduire, l'on a besoin surtout de voir un peu de tous les côtés à la fois.

Nous voulons illustrer par des faits l'histoire de l'héméralopie et en esquisser la théorie.

Observation des faits d'héméralopie.

« L'héméralopie épidémique » frappe les marins et les prisonniers entassés et mal nourris, placés dans les conditions qui, d'ordinaire, provoquent le scorbut; elle frappe aussi les jeunes soldats soumis à des marches excessives, en même temps qu'à une nourriture insuffisante. De nombreux sujets d'une même habitation ou d'un même corps de troupe sont alors atteints à la fois, ainsi qu'il nous est arrivé de l'observer il y a peu d'années encore, dans un régiment, à l'époque des premières manœuvres de l'été. Le médecin du régiment voit alors venir à lui nombre de recrues se plaignant de n'y plus voir à se conduire aussitôt la nuit venue, tandis que, de jour, elles y voient comme tout le monde, et que, pour lire ou distinguer les objets fixés, la vue n'a nullement souffert. L'acuité visuelle centrale est, en effet, trouvée intacte en toute circonstance, seule celle de la périphérie se trouve extrêmement réduite quand le jour baisse. Le mal consiste donc en un affaiblissement de la vision périphérique exclusif aux éclairages faibles. On constate, en outre, par un examen attentif, une diminution dans les quantités proportionnelles de lumière bleue perçue, signe que d'autres formes de la maladie mettront mieux en évidence. Cet état peut durer

des semaines et même des mois, mais, enfin, il cesse avec le retour à la saine hygiène sans laisser de trace. Les lésions observées sont, du reste, presque nulles, et, telle une hydropisie légère des papilles optiques, indiquent un simple trouble superficiel de nutrition organique.

« L'héméralopie maligne » est une affection congénitale, le plus souvent héréditaire. On s'en aperçoit d'abord faiblement dans la première enfance; et puis, progressivement, le mal va augmentant, entraînant avec lui la disparition concentrique du champ visuel, et enfin la cécité totale aux environs de la quarantième année. C'est un spectacle attristant que celui de ces personnes d'abord simplement héméralopes et considérant leur infirmité presque en riant, mais dont la vue va se perdant progressivement comme enserrée en un étau fatal. La lecture des plus fins caractères persiste presque jusqu'à la fin, tandis que, contraste frappant, c'est la nuit noire tout autour avec l'impossibilité de voir, sans le fixer, l'endroit où l'on pourra poser le pied. La lésion qui accompagne ce mal est appelée *rétinite pigmentaire;* elle consiste en une atrophie progressive de la rétine commençant par l'épithélium, dont le pigment se détache et se trouve entraîné dans les voies lymphatiques, continuant ensuite par les autres couches. Les vaisseaux sanguins deviennent peu à peu filiformes et finissent par s'effacer presque entièrement. Il semble que la cause primitive du mal réside précisément dans une obstruction vasculaire et les obstacles progressifs qu'elle apporte à la nutrition. Je citerai, à l'appui de cette thèse, le fait des déplacements pigmentaires analogues observés après la ligature des vaisseaux rétiniens dans des expériences sur les animaux, que j'eus l'occasion de faire autrefois et que d'autres que moi ont, je crois, signalées.

« L'héméralopie partielle » est un signe commun à plu-

sieurs maladies oculaires. Elle est particulièrement instructive au point de vue théorique par les comparaisons fonctionnelles qu'elle permet entre les parties du champ demeurées saines et les parties malades. Le cas le plus frappant est celui où un œil est atteint à l'exclusion de l'autre. Alors le symptôme héméralopie n'est pas toujours celui qui frappe le plus, mais bien une altération des teintes. « Je vois *jaune* », disent les malades, et c'est tantôt un œil entier qui est atteint à l'exclusion de l'autre, ou bien une partie du champ visuel faisant tache sur le reste. Et, non seulement ils voient jaune, mais il est facile de s'assurer qu'un écran de cette couleur se trouve interposé sur le trajet des rayons lumineux. En effet, les tons bleus sont vus plus sombres, prennent une teinte verdâtre, et les rouges deviennent orangés, exactement comme lorsqu'on applique un verre jaunâtre sur un fond de tapisserie. Ces observations appartiennent aux « chorio-rétinites », affections de la rétine ainsi nommées, soit parce que la lésion débute par la membrane choroïde pour gagner secondairement la rétine, soit aussi simplement parce qu'elle a son siège dans la couche épithéliale ou profonde, immédiatement adjacente à la choroïde. Souvent il arrive que la lésion épithéliale n'est d'abord pas apparente à l'ophtalmoscope, et que l'on constate, dans la rétine, un simple voile, ou bien que l'on ne trouve rien du tout, mais, plus tard, et pour peu que la maladie ait atteint un certain degré de gravité, la lésion de l'épithélium se trouve démontrée à la dislocation du pigment. Il apparaît alors des taches dépigmentées plus ou moins blanches qui sont des plaques d'atrophie pigmentaire à côté de taches tout à fait noires qui sont des amas de pigment.

« L'héméralopie hépatique », enfin, accompagne, avec la jaunisse, certaine maladie de foie que l'on nomme *cirrhose*

hypertrophique. Dans cette maladie chronique grave, il arrive souvent que les malades se plaignent très instamment du trouble visuel qui les frappe pendant de longues semaines. On ne trouve alors aucune lésion ni aucun trouble fondamental de la fonction visuelle; la vision centrale est absolument intacte ; seule la sensibilité du champ visuel autour du centre est devenue obtuse pour les éclairages faibles, et cela se traduit, au point de vue fonctionnel, par la difficulté à se conduire dans la nuit. En même temps, une certaine lacune dans la quantité du bleu parvenant à la perception, est constatée par l'examen attentif de la fonction.

Théorie de l'héméralopie.

Voilà les faits tels que les donne l'observation. Ils sont liés entre eux par ces deux circonstances : d'abord le symptôme même qui fait l'héméralopie, à savoir l'insensibilité relative à la lumière dans les parties du champ visuel situées hors le centre; et ensuite une coloration jaune manifeste, soit à l'apparence de taches de cette couleur, quand le phénomène est localisé, soit à l'absorption générale de certaines quantités de rayons bleus quand le phénomène est généralisé.

Ils doivent être interprétés, pour les formes malignes, par l'insensibilité de la rétine dans la périphérie, et, pour les formes bénignes, conformément à la théorie des chaleurs de ton, par des altérations du pourpre rétinien, ainsi que déjà l'a prétendu M. Parinaud (1). Le pourpre, bleuté dans la nuit, devient rouge, puis jaune à la lumière. Supposez qu'au lieu de reprendre sa couleur bleue dans l'obs-

(1) H. Parinaud, *l'Héméralopie et les fonctions du pourpre visuel* (*Comptes rendus*, avril 1881).

curité, il reste et demeure jaune. Alors il devient impossible aux rayons bleus d'exercer toute leur puissance : le jaune de l'écran les absorbe. Or, les rayons de faible tension, qui sont surtout des rayons bleus, sont précisément les seuls qui conservent quelque vertu lumineuse dans les éclairages très faibles, nous l'avons démontré, mon ami Macé de Lépinay et moi, en étudiant le phénomène de Purkinje.

Tout comme les chaleurs de ton sont expliquées par les changements de coloration de la photopsine pourprée, sous l'influence de la lumière, de même leur disparition, ou l'héméralopie, est expliquée par la disparition de ces changements et leur remplacement par une coloration jaune persistante.

L'héméralopie est ainsi liée à une altération du pourpre rétinien devenu jaune d'une façon permanente au lieu de changer incessamment de couleur avec les degrés de l'insolation.

III

LA SUPPRESSION DES TONALITÉS DE HAUTEUR ET DE VALEUR. (AMBLYOPIE.)

L'espèce de dégradation qui nous reste à étudier mérite plus que toute autre l'appellation d'*amblyopie*, ou vision émoussée (ἀμβλύς, obtus). Elle est caractérisée, en effet, par la disparition progressive des sensations lumineuses dans l'ordre des hauteurs.

Les hautes radiations, celles du rouge, s'éteignent d'abord.

Elles persistent, au début, dans les lumières intenses, pour ne s'effacer que dans les éclairages plus faibles, et il arrive, en conséquence, que l'acuité visuelle reste parfaite,

pourvu que le jour soit bon, mais elle baisse sitôt qu'il faiblit.

En même temps, les teintes subissent une altération frappante : les radiations rouges n'étant plus perçues qu'en proportion moindre et, finalement, plus du tout, le cas devient assimilable à celui du daltonien métachroïque. N'ayant plus à sa disposition que les deux intervalles bleu et jaune pour former l'accord de tonique, il en résulte que le mélange des deux, qui nous paraît vert, est pour lui neutre ou gris. Le vert se confond d'autre part également avec le rouge, et cette confusion est aussi frappante que dans le métachroïsme; elle constitue un des premiers signes de la maladie.

Plus tard, les tensions du jaune sont à leur tour devenues impuissantes à surmonter les résistances de la conductibilité nerveuse, et le jaune s'éteint, lui aussi. A ce moment, le sujet est protochroïque, n'ayant plus de point de comparaison possible dans les hauteurs de ton et, partant, plus d'harmonies possibles dans ce domaine. Les harmonies de forme lui restent encore, mais progressivement réduites à. des lignes de plus en plus grandes et fortes jusqu'au jour où les lignes elles-mêmes s'éteignent. Alors on distingue encore comme deux points une partie éclairée d'avec une autre partie obscure. Finalement, toute comparaison simultanée devient impossible et l'on ne distingue plus que la succession du jour et de la nuit. C'est la dernière étape, elle précède immédiatement la cécité.

Entre tous les exemples propres à illustrer ce mal, l'un des plus connus et des plus remarquables constitue « l'amblyopie d'intoxication » des buveurs d'alcool et des gros fumeurs. Sa venue coïncide généralement avec la perte du sommeil et de l'appétit ou aussi avec les grands froids, et, d'une manière générale, avec toutes les circonstances qui

contribuent pour leur part à altérer la nutrition des nerfs. C'est surtout le matin que la vue est d'abord mauvaise ; elle va s'améliorant avec l'excitation de la journée. Un fait frappe encore, c'est que les deux yeux sont pris simultanément et au même degré. Enfin, signe caractéristique, il y a de la confusion pour les couleurs, localisée, d'une part, dans le centre du champ visuel, et, d'autre part, tout à la périphérie du champ ; ces deux régions correspondent aux deux points terminus de l'irrigation sanguine dans la rétine, ceux où la dénutrition se fait naturellement sentir en toute première ligne. La maladie cède avec le retour à l'hygiène, sans qu'il soit besoin de nul autre traitement ; généralement, elle constitue, pour le buveur, un avertissement auquel il est sensible, et l'on a très rarement l'occasion de la voir conduire à la cécité avec atrophie des nerfs optiques. Il en est autrement d'une autre forme également importante d'amblyopie propre à certaines maladies du système nerveux : celle des atrophies progressives du nerf optique ou «scléroses papillaires». Celle-ci conduit presque fatalement à la cécité finale.

Une dernière forme mérite enfin d'être rapportée, ne fût-ce que pour détruire une légende, celle qui voit dans certain rétrécissement du champ de distinction des couleurs, caractéristique commune de l'amblyopie générale, un signe pathognomonique : « l'amblyopie hystérique » de Charcot, bien caractérisée pour la première fois par Landolt. C'est une affection transitoire et sans gravité, comme toutes les paralysies et anesthésies de l'hystérie. Ici, comme dans les formes précédentes, la confusion des teintes est une conséquence ou un corollaire nécessaire de l'amblyopie générale. La preuve en est que les confusions signalées y suivent parallèlement et dans l'ordre physiologique l'affaiblissement général de la vision.

DEUXIÈME PARTIE

PSYCHOLOGIE INDIVIDUELLE.

PROLÉGOMÈNES.

Apologue de la cascade et du meunier.

Une cascade bruissait au coin de la forêt, riant au printemps, pleurant à l'été, grondant à l'orage, caquetant au moulin, miroitant au ciel et palpitant à la voix du meunier. En avait-elle connu des meuniers à l'écluse et des truites au courant et des nuages à l'horizon ! Cela l'avait rendue songeuse et philosophe. « Que sont, se prit-elle à dire un jour au meunier, les arbres de la forêt et les pierres de mon lit et l'eau même qui m'alimente à côté de moi, qui la sens passer, et qui me sens moi-même ? Ils sont la matière et la vie sensibles, je suis, moi, celui qui sens et cela fait deux mondes, car je ne me reconnais pas en eux. — Cascade, ma mie, dit le meunier, c'est de la présomption ; vous êtes la force de l'eau tombante et vous appartenez à ces choses physiques que vous méprisez, à preuve que je sais vous faire bavarder à ma guise et travailler à mon moulin, vous saisissant par mon écluse et vous éconduisant à volonté. »

La cascade réfléchit... « Mais vous, alors, répondit-elle, vous qui vous appelez *pensée* et vous considérez comme n'étant pas de ce monde, suivez à votre tour mon raison-

nement. » Et la cascade retourna l'argument du meunier, le mettant à sa propre place et lui faisant toucher du doigt sa propre présomption. Vous, lecteur, qui pourriez être ce meunier, écoutez-moi répéter à mon tour le même raisonnement de façon abstraite, bien moins claire sans doute, mais que la cascade expliquera, si je ne suis pas compris de vous.

Illusions de l'objet-sujet.

Supposez l'objet quelconque qui est devant vous, et, par un effort de la pensée, mettez-vous en son lieu et place. Il y aura, d'un côté : vous, et, de l'autre côté : le reste. Rien évidemment de ce reste n'existe pour vous que par les rapports qu'il entretient avec vous-même, et vous voilà devenu le centre, l'âme, comment dirai-je plus exactement, le pivot, le noyau autour duquel gravite le monde. Vous ne lui en appartenez pas moins pour cela et les mêmes lois qui le régissent sont celles qui président à votre propre existence, à preuve que, si, au lieu de vous substituer mentalement à tel objet, vous en eussiez supposé tel autre, vous même en ce moment appartiendriez au monde extérieur sans que rien en vous ni dans vos relations ne soit changé.

A la place de l'objet quelconque, mettez la pensée. Quoique non matière, elle n'en est pas moins objective et opposable. La voilà devenue le noyau autour duquel tout gravite. Allez-vous, parce que vous en êtes à vous considérer vous-même, faire de vous une essence distincte du commun monde ? Non, n'est-il pas vrai, et la circonstance topographique particulière où vous êtes placé ne vous peut être un motif à pareille outrecuidance. Cette conception enfantine, phénomène de vanité personnelle, ne peut

signifier autre chose sinon la distinction entre ce qui est nous et la nature ambiante. Or, la nature, nous en sommes avec tout ce qui nous appartient et nous caractérise, il semble puéril de le venir affirmer.

Pauvre objet devenu sujet ! Grisé de son importance momentanée, il se rengorge et pavane comme certain baudet porteur de saintes reliques qui, voyant le monde agenouillé devant lui, s'illusionne et s'estime différent des autres baudets.

Les illusions de l'objet-sujet prises pour des réalités ont été consacrées, dans la langue philosophique, sous le nom de *noumènes*, un terme pythagoricien applicable effectivement aux opérations de l'esprit considérées en elles-mêmes (νούμενον, chose pensée), mais dévié de son sens étymologique lorsque, avec Kant, il se pare d'une essence spéciale.

Le noumène diffère réellement du phénomène, auquel on affecte de l'opposer, comme l'âne porteur de sacrements diffère des autres ânes, il enferme les illusions de l'objet-sujet.

Action du psychique sur le physique prouvant leur commune nature.

Est-il possible, je le demande à quiconque a appris à ne pas se payer de mots dans l'explication mécanique des choses, est-il possible, dis-je, d'imaginer une influence réciproque exercée par deux individualités complètement étrangères l'une à l'autre. Les dents mordent la chair, parce que la chair et les dents se peuvent mordre, étant douées toutes deux, quoique à des degrés différents, de la même force qu'on appelle *résistance*. D'une manière générale, seule une force est capable d'actionner une force. Ce

fait incontesté de mécanique élémentaire est la négation de la métaphysique telle qu'on l'entend communément, c'est-à-dire d'un monde hors la nature capable de l'actionner. S'il l'influence, fût-ce de la quantité la plus minime, c'est qu'il en tient. L'individu psychique se réclame donc bien du monde physique au même titre que les forces qui l'actionnent.

Division du sujet.

L'étude qui suit est celle de la *force psychique* ou pensée, dont elle cherche tout d'abord à préciser les attributs et la nature spéciale.

Elle en poursuit les évolutions élémentaires, variations ou *émotions*.

Elle analyse dans l'*intelligence* le mécanisme de répartition individuelle des courants de l'émotion.

Elle expose enfin, dans l'*harmonie*, le mécanisme en vertu duquel les émotions s'associent et se succèdent sans se heurter pour aboutir finalement au retour de l'équilibre.

LIVRE I

LA FORCE PSYCHIQUE OU LA PENSÉE.

Définition.

On enseigne que le latin *pensare* signifie proprement *peser*. Pensée équivaut donc à *pesée* et marque la forme la plus élémentaire de la force, la première que l'enfant apprenne à manier lorsqu'il tient dans ses mains son premier hochet.

Dire donc que la pensée est une force, c'est accepter la définition enfantine du langage lui-même en son intuitive philosophie, et confirmer dans toute sa justesse la formule :

« Je pense (ou je pèse, c'est-à-dire j'exerce un poids, une force), donc je suis », à traduire plus exactement encore : *je suis force.*

Une force douée des *attributs* habituels de cette sorte d'entité, qualifiable dans son *espèce* et dans sa *quantité*, telle est la force psychique dont ce livre entreprend d'esquisser les traits généraux.

CHAPITRE I.

QUALIFICATION PHYSIQUE DE LA PENSÉE.

I

LOI PSYCHOPHYSIQUE FONDAMENTALE.

Une loi simple et d'observation constante, la loi psychophysique fondamentale, ou « loi logarithmique de corrélation des excitations et des sensations », enferme en son explication naturelle la preuve que la pensée est une force et plus exactement un foyer de force. Voici cette loi et l'explication qui m'en paraît évidente. J'anticipe en l'exposant maintenant sur le livre de l'Émotion où elle retrouvera logiquement sa place.

Expérience.

Considérons cette échelle d'acuité visuelle physiologique (fig. 17).

Lorsque l'éclairage est suffisant, un œil, sain et bien conformé, placé à la distance de 35 centimètres, en distingue les plus petits caractères. La mesure de son acuité est $VS = 1$.

La quantité de lumière exactement suffisante pour obtenir ce résultat, est l'unité photométrique ou le *photo*, qui équivaut au carcel-mètre ou éclairage d'une lampe carcel placée à 1 mètre.

Ces prémisses étant posées, étudions comment l'acuité VS varie avec l'intensité de l'éclairage.

La réponse à cette question est inscrite, du côté droit de l'échelle, dans la colonne marquée L, c'est-à-dire lumière ou intensité lumineuse. Les degrés en sont marqués en fractions d'unité photo et mesurent la quantité de lumière strictement nécessaire pour qu'un œil sain et



Fig. 17. — Échelle d'acuité visuelle physiologique VS, en même temps échelle photométrique (1).

normalement conformé arrive à distinguer les lettres placées en regard.

Cette échelle présente donc, inscrite vis-à-vis les unes des autres : d'une part, des degrés de sensation visuelle, et, d'autre part, les quantités de lumière strictement nécessaires pour la produire. En voici le relevé :

VS	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
L.	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512

Une relation simple existe entre ces nombres : d'une part, VS décroît comme les unités 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3,

(1) Fac-similé extrait des *Échelles visuelles* de l'auteur.

2, 1, qui représentent une progression arithmétique descendante, et, d'autre part, L décroît dans le même sens suivant une progression géométrique de raison = 1/2; en d'autres termes, l'acuité visuelle croît et décroît à la manière de logarithmes des lumières qui la provoquent.

Tel est un exemple frappant d'une loi démontrée exacte dans tous les domaines de la sensation. On la formule: « la sensation est une fonction logarithmique de l'excitation ».

Historique.

Cette loi a été rencontrée, pour la première fois, dans un domaine apparemment très éloigné de la simple sensation, et pourtant du même ordre, car, en un cas comme dans l'autre, il s'agit du travail de la pensée : le calcul des probabilités.

Daniel Bernouilli (1), dès 1730, recherchant les chances du joueur et voulant les établir mathématiquement, faire ce qu'il appelle *mensura sortis*, ou la mesure de la chance, trouve cette dernière être une fonction logarithmique des enjeux.

Laplace (2), en divers problèmes analogues, arrive à la même conclusion. Il en donne cette formule remarquable, plus claire, plus nette et plus compréhensive que tout ce qui a été dit depuis : *La fortune morale est proportionnelle au logarithme de la fortune physique*. Comment, par une intuition toute particulière, est-il arrivé à transporter, dans le domaine de la pensée pure, par l'expression *fortune morale*, ce qui en paraissait si éloigné? Voici son

(1) Daniel Bernouilli, *Specimen novæ theoriæ de mensura sortis* (*Comment. Acad. scient. Petropolit.*, 1730-1731, t. V, p. 175).

(2) Laplace, *De l'espérance morale*, in *Théorie analytique des probabilités*, p. 432. Paris, 1812.

propre langage : « x étant la fortune physique d'un individu, l'accroissement dx qu'elle reçoit produit à l'individu un bien moral réciproque à cette fortune ; l'accroissement de sa fortune morale peut donc être exprimée $\frac{kdx}{x}$, k étant une constante. Ainsi, en désignant par y la fortune morale correspondante à la fortune physique x, on aura :

$$y = k \log x + \log h,$$

h étant une constante arbitraire que l'on déterminera au moyen d'une valeur de y, correspondante à une valeur donnée de x. »

Nous n'avons pas fait autrement nous-même (1), quand il nous a fallu estimer la sensation de l'acuité visuelle en raison de l'angle-limite. Nous avons pris des points de départ : $\hat{V} = 1'$ pour correspondre à l'acuité $VS = 1$, et $\hat{V} = 10'$ pour correspondre à l'acuité $VS = \frac{1}{10}$, et nous avons donné cette formule :

$$VS = 1 - 0{,}9 \log V,$$

qui s'est trouvée répondre de toutes manières à la réalité pratique et surtout contrôlée par le rapport remarquable signalé ci-dessus avec les quantités correspondantes des lumières éclairantes.

Weber (Ernest-Henry) a été le premier à démontrer la loi du logarithme dans le domaine élémentaire de la sensation (2).

On doit à Fechner, outre le mérite de l'avoir diverse-

(1) *Comptes rendus*, 16 mai 1897.

(2) E.-H. Weber, *Annotationes anatomicæ et physiologicæ*, XII, 1831. Lips., 1851 ; et art. *Tastsinn u. Gemeingefühl*, in Wagner's *Handwoerterbuch der Physiologie*.

ment contrôlée, celui de l'avoir baptisée du nom de *loi psychophysique fondamentale* (1).

Méthodes de démonstration.

Les méthodes employées pour la démonstration de la loi psychophysique sont de deux sortes :

1° *Méthodes directes.* — La mesure comparative directe des sensations et des excitations peut être réalisée au moyen d'échelles calculées et contrôlées telles que mon échelle de *vs.*

On obtient aussi de pareilles échelles par le simple tâtonnement. C'est ainsi qu'il a été fait par les astronomes lorsqu'ils ont établi l'échelle de grandeur des étoiles d'après leur éclat apparent. Les mesures photométriques appliquées ultérieurement à ces diverses grandeurs ont fait connaître la mesure de l'excitation lumineuse qui leur correspond. E.-H. Weber a été le premier à utiliser ce principe.

On peut encore établir une échelle analogue en vertu de la loi d'égalité des plus petites différences sensibles ou loi de Bouguer (2). Cet auteur a établi, en effet, que les plus petites différences sensibles de lumière représentent une fraction constante de la lumière momentanément employée, et d'autres auteurs ont montré qu'il en est de même dans tous les domaines de la sensation. Si l'on appelle, avec Fechner, *seuils différentiels* de pareilles différences, l'échelle ainsi formée peut être nommée une *échelle des*

(1) Fechner, *Elemente der Psychophysik* (art. *Tastsinn und Gemeingefühl,* in *Handwoerterbuch der Physiol.*).

(2) Bouguer, *Traité d'optique sur la gradation de la lumière,* publié par La Caille. Paris, 1760, p. 81 (d'après Helmholtz, *Optique physiol.*).

seuils différentiels de la sensation. Elle en figure les grandeurs régulièrement croissantes en série arithmétique.

2° *Méthodes indirectes.* — Dans une première méthode indirecte, on utilise ce que l'on appelle les *fautes moyennes.* Ce sont les erreurs d'appréciation commises quand on cherche à établir à l'aide de la seule sensation l'égalité de deux excitants de même nature. Ces erreurs, débarrassées d'une certaine proportion constante attribuable aux imperfections des organes externes de sensibilité, sont variables. Leurs limites sont déterminées par la grandeur du seuil différentiel ou fraction de plus petite différence sensible. Les erreurs moyennes d'appréciation, considérées en ce qu'elles ont de variable, peuvent donc représenter une échelle des plus petites différences « imperceptibles », et leur application se rattache étroitement à celle des seuils différentiels eux-mêmes, ainsi qu'il a été établi par Fechner (1), l'introducteur de cette méthode.

Une seconde méthode indirecte est celle de Vierordt (2), ou des *cas vrais et des cas faux.* Elle dérive immédiatement de la précédente. On prend deux irritants objectivement différents d'une quantité sensible et on les fait agir sur un sujet en lui laissant ignorer lequel est le plus fort. L'observateur estime tantôt exactement, tantôt faussement. Le rapport des cas vrais r au nombre total des cas n, $\frac{r}{n}$, se rapproche d'autant plus de l'unité que la différence de l'irritation dépasse davantage le seuil différentiel à peine perceptible et que la sensibilité différentielle est plus considérable. Si donc on laisse constante la différence de l'irritation dans diverses séries d'observations,

(1) *Elemente der Psychophysik.*
(2) Vierordt, *Archiv f. Physiol.* Heilk., XI, p. 844.

le quotient $\frac{r}{n}$ pourra être un élément de mesure de la sensibilité différentielle. Il paraîtrait, au dire des expérimentateurs, que, de toutes les méthodes, celle-ci s'applique le mieux à des mesures de précision.

II

EXPLICATION DE LA LOI PSYCHOPHYSIQUE.

Historique.

De nombreux auteurs se sont attachés à expliquer la loi psychophysique.

Les uns, et c'est le plus grand nombre, la font dépendre des propriétés de la substance nerveuse, dont l'excitation, disent-ils, doit nécessairement être inférieure à l'énergie de l'excitant.

D'autres, avec Fechner, y voient une relation entre le mode des mouvements de l'activité corporelle et celui des mouvements de l'activité psychique.

D'autres enfin, avec Wundt (1), en font une application « de la loi de relativité de nos états internes mesurés par la comparaison d'un état de conscience à un autre état ». Là est certainement la vérité, et en voici le développement.

Problème.

Imaginons un foyer de force quelconque, la pression d'un réservoir d'air comprimé, par exemple.

Augmentons ce foyer successivement dans une proportion constante.

(1) Wundt, *Éléments de psychologie physiologique*, I, p. 397.

Quelles sont les forces extérieures nécessaires à cet effet?

Évidemment les puissances du premier accroissement, ainsi que le montre le tableau suivant.

Pressions.................	1	a	a^2	a^3	a^4	a^5, etc.
	\ /	\ /	\ /	\ /	\ /	
Progression constante.....	a	a	a	a	a	
Série des accroissements..	0	1	2	3	4	5, etc.

L'examen de ces nombres enseigne que, si l'on fait varier un foyer de force en proportion constante de façon à en augmenter les accroissements suivant une progression *arithmétique*, les mesures correspondantes de la force sont représentées par la progression *géométrique* des puissances de cette variation. Cela correspond à l'énoncé même de la loi psychophysique.

Et maintenant, considérons nos propres sensations. Nous savons leur relativité. Rien ne nous est sensible que par un changement de notre propre individu. La sensation est estimée au rapport entre notre état actuel et l'état immédiatement antérieur.

Citons des exemples.

Voici de la chaleur. Je ne la sens comme telle, c'est-à-dire comme chaud ou froid que si elle vient à augmenter ou diminuer ma propre température. Je ne la sens pas quand elle équivaut à celle de mon corps.

Voici de la pression sous la forme d'air atmosphérique. J'y suis insensible aussi longtemps qu'elle demeure, mais je la ressens toutes les fois qu'elle varie.

Et ainsi de suite.

La sensation (dont nous aurons à nous entretenir plus longuement dans la suite) est donc la variation de nous-mêmes, c'est-à-dire de notre propre pensée. La loi du logarithme le prouverait une fois de plus s'il était néces-

saire, puisqu'elle nous la montre variant non comme les degrés immédiats de la force, mais comme ses augmentations proportionnelles. Cette loi a pour explication la nature même des sensations d'être les variations de la pensée.

Conclusion.

Nos relations internes ou, autrement dit, nos sensations, comparées aux causes extérieures qui les modifient, se comportent comme les variations de foyers quelconques de force. Ainsi l'établit la loi psychophysique fondamentale.

Qu'est-ce à dire, sinon qu'elles sont les variations d'un foyer de force?

Qu'est-ce à dire encore, sinon que notre individu est lui-même ce foyer, que la pensée, en d'autres termes, n'est autre qu'*un foyer de force?*

Telle est donc la conclusion finale imposée par l'explication naturelle de la loi psychophysique :

« La pensée est un foyer de force. »

CHAPITRE II.

ATTRIBUTS DE LA PENSÉE.

La pensée, étant une force, jouit nécessairement de tous ses attributs :

1° L'individualité;
2° La personnalité;
3° La conscience.

I

L'INDIVIDUALITÉ.

L'individualité un attribut commun des forces.

On est habitué à considérer la force comme une propriété de la matière et à lui dénier l'individualité. On a même poussé l'affirmation dans ce sens jusqu'à imaginer dans l'éther une sorte d'absurde matière immatérielle, chargée de véhiculer les forces dans le vide.

En réalité, la sagesse de tout le monde, plus sage en ceci que les savants, s'élève contre cette prétention, et tout le monde s'entretient à chaque instant des forces comme existant par elles-mêmes et représentant quelque chose d'indépendant, de distinct des êtres matériels. On dit très communément : telle force fait ceci, telle force fait cela, absolument comme l'on dit : tel homme vient, telle femme s'en va.

La science actuelle est, elle-même, en train de faire justice sur ce point de ses devancières immédiates, et le thème en sera traité dans un autre ouvrage.

Après donc avoir affirmé la nature dynamique de la pensée, l'avoir, en d'autres termes, reconnue pour une force, nous devons naturellement lui décerner comme un attribut de la force cette sorte d'indépendance que l'on nomme l'individualité.

Affirmation de l'individualité dans la distinction de l'âme et du corps.

Le langage affirme l'individualité de la pensée lorsqu'il fait la distinction de l'âme et du corps leur prêtant l'être à tous deux.

Je me prends à songer en rencontrant pour la première fois sous ma plume le mot *âme*, par lequel on désigne vulgairement notre être psychique. Il pourrait prêter à confusion étant adopté par le langage métaphysique et sembler l'affirmation d'une philosophie qui n'est pas la mienne.

Je veux en écarter tout de suite l'accusation, et pour cela, il doit suffire de l'avoir prévue. Mais ce devoir une fois accompli, et l'expression acceptée dans son sens naturel, il faut reconnaître la juste raison de la croyance universelle. Eh oui ! l'âme est distincte du corps ! Elle est la pensée qui naît avec chacun de nous et s'éteint avec la mort ; elle est nous-même, notre corps n'étant qu'une source, un réceptacle et un organe.

II

LA PERSONNALITÉ.

Définition de la personne psychique, âme ou individu.

La pensée n'est pas seulement de la force, elle est une unité de force nettement limitée et opposable ou, comme on dit en physique, *un foyer*. C'est là ce qu'on exprime en décernant à la pensée l'attribut de personnalité, terme dérivé du mot *personne*, sous lequel le langage comprend l'unité personnelle, ostensible et apparente.

Chaque foyer de force quelconque a des propriétés communes, une vie propre et autonome faite d'action et de réaction. Ces propriétés déterminent le fragment d'individualité attaché à la personne psychique ou *l'individu*, que cette partie d'ouvrage se propose d'étudier, celui que la psychologie appelle notre *âme* et qui est le foyer de force nerveuse propre à chacun de nous.

Mais est-ce à dire que l'individu soit une quantité stable du genre des unités matérielles et telle que l'imagination populaire représente les esprits? Non certes ; bien au contraire, nous devons définir l'individu : *l'unité représentée par la force ininterrompue, incessamment entretenue et renouvelée dans les foyers de la pensée.*

Continuité de la personne.

A la manière de notre propre organisme corporel, sans cesse usé et sans cesse renouvelé, l'âme individuelle, unité changeante, s'écoule incessamment en des évolutions multiples, et il est incessamment aussi pourvu à son remplacement. L'unité de l'âme réside non dans l'immutabi-

lité, mais dans un entretien incessant. L'âme consomme et doit être nourrie, c'est le corps qui s'en charge.

Qu'est-ce donc, à la fin, qui constitue la personne psychique malgré l'épuisement et le renouvellement incessant de ses éléments, sinon la permanence d'un certain état de tension en un même foyer? La force se substituant à la force sans discontinuité, prenant son lieu et place, en épousant la tension ou conscience, voilà l'explication de l'unité de l'âme.

Mais l'unité de l'âme est, en réalité, une fiction et c'est continuité qu'il faudrait dire. Ce qui est un en elle, c'est le lieu de son évolution et non la force elle-même. Nous sommes la force sans cesse renouvelée à l'intérieur de notre corps, le fil qui s'en déroule continuellement. Vous souvient-il de la poétique fable des Parques et du fil de la destinée à laquelle j'emprunte cette dernière comparaison? Elle est bien ancienne, mais combien exacte en son immortelle vérité philosophique!

La permanence de la tension en un même foyer corporel, voilà donc quelle est, en somme, la caractéristique de l'individu et de sa personnalité. Elle contredit à la possibilité d'intermittences complètes qui seraient des états temporaires d'inconscience absolue. L'inconscience absolue n'existe pas en dehors de l'extinction du foyer, qui est la mort. Ce que l'on appelle improprement, dans le langage courant, *l'état d'inconscience*, est tout autre chose, car il désigne non des interruptions de conscience, mais les moments d'arrêt dans les mouvements de la pensée considérée en ses foyers supérieurs ou de la connaissance.

Je veux terminer par une comparaison empruntée à la mécanique moderne, celle de notre personne avec le vapeur que j'entends siffler au sortir du port. Le navire en son entier en représente le corps, la force accumulée dans

sa chaudière, sans cesse émise et sans cesse remplacée, en représente l'individu psychique ou l'âme. Née avec les premières chaleurs des feux, cette personnalité va persister à travers toutes les escales, pour ne mourir qu'au retour dans le port, avec leur extinction.

Ainsi de l'âme humaine qui promène son corps par les sentiers de la vie, toujours en tension et jamais complètement éteinte jusqu'à l'heure de la mort, qui marque avec la fin du voyage, la première chute complète de toute tension et, avec elle, l'extinction du foyer de la force individuelle.

III

LA CONSCIENCE.

Définition.

Les forces nous sont connues objectivement par leurs effets extérieurs, mais il est bien évident qu'elles ont sur leur propre intimité une action analogue. En d'autres termes, les parcelles de force exercent nécessairement les unes sur les autres la même vertu qui s'échappe au dehors dans les manifestations que nous lui connaissons.

Cette faculté des forces d'exercer sur elles-mêmes les effets qu'elles manifestent au dehors, et l'action qui en résulte sont ce que les physiciens ont appelé leur *tension*, un nom nouveau pour désigner ce que notre pensée parlant d'elle-même a appelé *sa conscience*.

Le mot *tension*, de tendre (proche parent de tenir, d'où les synonymes ton, tonus, tonicité), s'est dit d'abord des cordages soumis aux effets de la traction et, en particulier, de la corde des arcs, un des premiers instruments qu'ont inventés les hommes.

De là sa première acception, qui est encore aujourd'hui celle de la physique, lorsqu'elle parle de la tension appliquée aux arcs, ressorts et autres solides élastiques.

La mécanique des vapeurs survenant a, naturellement, appliqué à ces corps également élastiques une expression qui s'adaptait très exactement aux circonstances nouvelles : la vapeur comprimée est assimilable à un ressort tendu, et le mot *tension* lutte avec avantage contre l'expression, plus topique cependant, de *pression*. Voici venir enfin l'électricité voltaïque, tout aussitôt le mot *tension* se présente sous la plume de Volta. Il a perdu désormais son sens primitif pour prendre une acception générale applicable à l'électricité, comme à la lumière, comme à la pression de vapeur, comme à l'élasticité, comme à toutes les forces, en un mot, et cette acception rappelle les degrés de la force comparés à ceux qu'imprime à un arc la tension de sa corde.

Mais ce n'est là qu'une comparaison, et, en réalité, la mécanique désigne, sous le nom de *tension*, l'attribut fondamental de la force, celui qui lui permet d'agir sur elle-même, celui que le langage psychologique indifférent aux comparaisons, et parlant au nom de la force, c'est-à-dire de la pensée, a exprimé par le terme *conscience*.

Il y a deux manières de considérer la conscience : ou bien on se place au point de vue de la force elle-même que l'on considère, et que l'on peut appeler le *point de vue personnel*, subjectif, qui est celui de la psychologie; ou bien l'on se place au point de vue tonométrique, celui de la mesure objective par comparaison avec un autre foyer de la même force, et il s'agit alors de pénétration de conscience.

Point de vue subjectif.

La conscience psychologique, définie habituellement « science intime ou connaissance immédiate que la pensée a d'elle-même », ne peut exprimer autre chose, sinon la réciprocité d'action des éléments de la pensée susceptibles d'agir les uns sur les autres en vertu du principe de l'action égale à la réaction commun à toutes les forces. Loin d'être une faculté exclusivement propre à la pensée, c'est donc bien un fait banal et cela mérite d'être souligné par des exemples.

Considérez la force pression dans cette balle élastique que je comprime. Ne vous apparaît-il pas que la tension de la force que j'enferme en ce moment en un foyer qui est entre mes doigts est sa conscience, à lui, au même titre que ma conscience, à moi, est la tension de ma pensée rapportée à l'acte de comprimer?

Considérez la force électrique retenue en cette bouteille de Leyde; sa tension n'est-elle pas le retentissement qu'elle exerce sur elle-même ou l'action réciproque de ses éléments lui donnant la connaissance intime et immédiate de ce qui est elle-même?

Soient enfin dans cet être, tout aussi animé que je puis l'être moi-même, qu'est une montre, quand elle a été remontée, l'état de tension du ressort; et, dans cet autre être, également animé, qu'est une locomotive sous pression, la tension de vapeur ; et dans tous les autres foyers analogues, la tension de la force qui les anime; en toutes ces circonstances il en est de même : la tension considérée au point de vue de la force même qui est en cause est sa conscience, comme ma tension, à moi, qui suis à me contempler, est ma propre conscience.

Point de vue objectif.

Partout ailleurs, hormis le langage psychologique, la conscience ou tension est considérée au point de vue objectif. La force y est envisagée en ses rapports non plus avec elle-même, mais avec d'autres foyers similaires.

Ce point de vue objectif est, en particulier, celui des dynamomètres, manomètres, voltmètres ou autres tonomètres par lesquels la tension d'un foyer est mise en équilibre avec celle d'un autre foyer connu. Il est aussi celui de toutes les estimations dynamiques auxquelles nous procédons directement par l'intermédiaire des organes d'appréciation dont la nature a doté notre organisme, par lesquels, en définitive, notre pensée est mise en équilibre avec les forces extérieures.

Mais qu'est la mise en équilibre de deux foyers de force, sinon une pénétration réciproque de leurs deux tensions ou de leurs deux consciences ?

Voici, par exemple, deux ressorts se comprimant l'un l'autre jusqu'à équilibre : chacun des deux foyers modifié par l'autre est mis par ce fait au courant de cet autre et en pénètre la conscience. Nous ne faisons pas autre chose quand, à l'aide de notre propre force musculaire, nous tâtons la résistance d'un objet, ou quand, par l'intermédiaire de notre vue et d'un manomètre, nous pénétrons la conscience, c'est-à-dire la tension de la force qui actionne le manomètre?

En résumé et d'une façon tout à fait générale le mot *tension*, appliqué à la force pensée, n'est autre que la notion fondamentale à laquelle est dévolu le terme ancien *conscience*. Ce dernier exprime d'une façon remarquable la même entité et l'on doit se demander comment la mé-

canique a pu chercher un terme nouveau dont il n'était nul besoin.

La conscience est la propriété commune à toutes les forces de s'entre-heurter dans leurs parcelles intimes et l'action réciproque de ces parcelles les unes sur les autres. Elle est *la tension de la pensée.*

Plus simple est enfin cette définition rencontrée dans une autre étude, formule objective de la hauteur de tension : « l'harmonie des intensités, des espaces et des temps » et, plus précisément : « l'intensité multipliée par l'infiniment petit du temps et de l'espace ». Il serait trop long et oiseux de la développer à cette place et je ne puis que renvoyer à l'exposé que je ne tarderai pas d'en faire (1).

(1) In L'HARMONIE, *exposé de philosophie positive.* Ouvrage en préparation.

CHAPITRE III.

DÉMONSTRATION ET DÉTERMINATION DE LA FORCE PSYCHIQUE.

On se propose de rechercher à quelle espèce de force appartient la pensée et d'en poursuivre la détermination dans ses principaux foyers : 1° la cellule nerveuse des animaux supérieurs ; 2° la cellule autonome des protozoaires ; 3° les éléments plastidulaires de tous les ordres de cellules.

I

DÉMONSTRATION ET DÉTERMINATION DE LA FORCE PSYCHIQUE A SES MANIFESTATIONS CELLULAIRES NERVEUSES.

Les courants électriques de l'activité nerveuse.

Il est un fait incontesté, c'est que la pensée a son siège de prédilection dans cette partie de notre organisme que l'on appelle *le système nerveux*. La preuve en est fournie par des expériences innombrables établissant la liaison la plus étroite entre la cellule nerveuse et le phénomène psychique. Nous allons donc naturellement faire appel, tout d'abord, aux manifestations de cet ordre et y chercher la solution du problème qui consiste à déterminer à quelle espèce de force appartient la pensée.

Déjà l'on parle couramment de « force » nerveuse. Comment ferait-on autrement pour désigner l'impulsion qui, des extrémités, vient s'imprimer au cerveau par le canal

des nerfs et qui, sans sortir du domaine des cellules nerveuses, dont est formé cet organe central, revient aux extrémités par la même voie pour s'y imprimer en retour sous mille formes variées? Cette impulsion représente évidemment l'effet d'une force, car telle est la qualification consacrée de ce genre de phénomènes.

Mais cette force, qui ne quitte pas un même ordre de cellules, ne subit, du fait de son passage dans le cerveau, aucune espèce de transformation. Elle est, par conséquent, la pensée elle-même. Force nerveuse et pensée, force nerveuse et force psychique sont autant de synonymes désignant une seule et même entité. On aura donc résolu le problème de la détermination de la pensée en démontrant de quelle espèce est la force nerveuse.

Le neurone, c'est le nom que l'on donne aujourd'hui à la cellule nerveuse, est formé d'un corps cellulaire muni de prolongements ou expansions. Le corps de la cellule occupe les centres nerveux : cerveau, moelle et ganglions; il y a son noyau. Les expansions sont en forme de fibrilles multiples et diverses. Les unes, déliées et plus courtes, mettent en contact les cellules avec leurs voisines; les autres, plus épaisses, forment l'axe central ou cylindre-axe des fibres nerveuses, ainsi qu'il a été démontré par M. Ranvier dans ses leçons de 1876 (1); leur longueur est celle des nerfs eux-mêmes.

La cellule nerveuse n'est point une substance homogène; elle est faite, au contraire, d'éléments ou plastidules différents, au point de vue de la composition chimique, du milieu qui les baigne. On le démontre par les colorations différentes qu'imprime dans la cellule l'action des réactifs colorants, et que révèle aisément l'observation micros-

(1) L. Ranvier, *Leçons sur l'histologie du système nerveux.* Paris, 1878, Savy, éditeur.

copique. Je rappelle les disques de Fromman ou la striation noire et blanche des cylindres-axes provoquée par le nitrate d'argent et surtout les hétérogénéités récemment révélées par Nissl à l'intérieur même du corps cellulaire.

L'activité de la cellule nerveuse est reconnaissable à divers signes, soit directement à la sensation dont elle est l'objet et que nous subissons, soit indirectement à de la contraction musculaire ou à telle autre des expressions de la pensée qui feront l'objet de notre étude ultérieure.

Nous apprendrons bientôt à considérer cette activité comme un mouvement de la force nerveuse. Mais déjà nous pouvons en escompter la démonstration, et, de connivence en ceci avec le langage physiologique, parler de courants nerveux, synonymes évidents de mouvement ou de translation de force.

Or, les phénomènes de l'activité nerveuse sont accompagnés de la formation de courants électriques, la chose est indéniable. Je ne veux pas insister sur les discussions et théories sans fin écloses à ce propos, mais retenir seulement la démonstration des faits.

Si l'on place un nerf quelconque dans un circuit galvanométrique et qu'il soit mis en état d'activité d'une façon également quelconque, l'on constate une variation d'état électrique. Ce fait comprend et résume tous les autres.

Du-Bois-Reymond l'a démontré le premier pour le cas des excitations artificielles électriques (1).

Les excitants rétiniens d'Holmgren lui appartiennent : ceux que nous avons déjà utilisés pour édifier la théorie de la couleur et que l'on démontre, je le rappelle, à chaque intervention de la lumière sur la rétine (2).

(1) E. Du-Bois-Reymond, *Untersuchungen ueber Thierische Electricitaet*, 1848-1860, *Untersuch. z. Naturlehre*, t. II et III.

(2) Voir page 91.

J'en rapproche les expériences de Tarkhanoff (1), d'après lesquelles des courants électriques seraient produits dans la peau sous l'influence d'activités nerveuses diverses, bien que l'auteur croie devoir expressément les attribuer à des phénomènes de sécrétion.

J'en rapproche enfin, et surtout, un fait de science vulgaire et de démonstration courante : la crépitation électrique produite dans certaines circonstances par le toucher exercé sur la peau des chats vivants. Qui a caressé un de ces animaux par un temps bien sec de mistral sait à quoi s'en tenir sur l'extrême netteté du phénomène. On sent et l'on entend crépiter sous la main des étincelles qu'il est aussi possible de voir dans l'obscurité. Cette expérience est, à mon avis, pour le tact, le pendant de l'observation galvanométrique d'Holmgren pour la vision. Elle prouve que des phénomènes électriques accompagnent l'impression tactile.

L'idée est venue naturellement, en présence de ces faits, d'identifier le courant nerveux et le courant électrique, et l'on n'a trouvé à y opposer effectivement qu'une objection, c'est l'extrême lenteur du premier comparé à l'incalculable vitesse du second. Mais c'est là une objection vaine, car, nous le verrons au livre suivant en étudiant le mécanisme propagateur de l'émotion, la lenteur de propagation de l'onde électrique nerveuse trouve son explication naturelle dans la structure même des éléments nerveux et l'espèce de courant qui s'y produit.

(1) J. de Tarkhanoff, *Décharges électriques dans la peau de l'homme sous l'influence de l'excitation des organes des sens et de différentes formes d'activité psychique.* (*Comptes rendus de la Société de biologie,* 29 juin 1889.)

Identité de la force nerveuse et de la force électrique.

Tandis que la lumière ne peut mettre en activité les nerfs sans l'intermédiaire de l'organe de production photo-électrique que nous avons appris à reconnaître dans l'épithélium de la rétine ; que la force chimique est inapte à provoquer des sensations gustatives et olfactives sans l'intermédiaire d'appareils analogues de transformation situés à la surface des muqueuses ; il n'en est absolument pas de même de l'électricité. Toutes les cellules nerveuses, qu'elles soient de terminaison, cordon de conductibilité ou organe central, sont excitables directement par l'électricité. Mise en contact avec elles, l'électricité produit ici une sensation, là une contraction musculaire, partout l'activité ; elle est un excitant universel et comme banal de la force nerveuse.

Je prétends être en droit de reconnaître, en ce fait, un argument péremptoire établissant l'identité des forces nerveuse et électrique. En effet, l'on ne peut actionner une force qu'avec des éléments de même espèce : ce n'est qu'avec de l'électricité en plus ou en moins que l'on déplace l'électricité, qu'avec de la chaleur que l'on échauffe ou refroidit, avec de la pression que l'on comprime, et ainsi de suite. Lorsqu'il paraît autrement, la cause en est une intervention étrangère, une transformation de la force, pour laquelle un intermédiaire est indispensable. L'intermédiaire manquant, les deux forces différentes en présence cessent d'agir l'une sur l'autre. Si une électricité de tension suffisante est toujours, et sans exception, et en l'absence notoire de tout moyen de transformation, capable d'exciter la force nerveuse, c'est dire qu'elles sont toutes deux de même nature.

Mais voici, dit-on, que la pression, aussi bien que l'électricité, paraît réussir à éveiller universellement les cou-

rants nerveux : la pression de l'œil éveille la sensation lumineuse sous forme de phosphènes ; le pincement d'un nerf tactile produit la douleur ; celui d'un nerf musculaire la contraction, etc. Cette affirmation est-elle réellement bien exacte? Soit l'exemple du goût : j'ai beau presser la langue, la frotter entre mes dents, jamais cela ne me donne la sensation spécifique du goût que me procure si aisément l'action de l'électricité. Soit encore l'exemple de l'odorat : jamais les poussières inertes n'y produisent l'olfaction, qu'un courant électrique est au contraire très apte à éveiller. Au reste, il n'importe; j'admets même n'avoir pu trouver un exemple indiscutable établissant l'inaptitude de la pression à exciter les foyers nerveux et n'en avoir pas donné en son lieu (1) l'explication par des causes inhérentes à la structure anatomique des éléments, en résulte-t-il pour cela qu'il faille mettre en balance l'électricité et la pression et supposer, ne fût-ce que pour un instant, la force nerveuse être de la pression? Certainement non, car rien, absolument rien ne vient à l'appui de cette hypothèse burlesque. Elle voudrait que nos nerfs fussent des tiges rigides, ce qu'ils ne sont pas, ou des conduites de vapeurs et de liquides, ce qu'ils ne sont pas davantage.

La pression n'entre donc nullement en compte, et l'électricité est bien l'excitant physiologique universel seul capable, en toutes circonstances, de mettre en mouvement la force nerveuse. Une pareille vertu implique nécessairement l'identité de ces deux forces.

Il nous paraît que nulle contestation n'est possible sur ce point fondamental : la force nerveuse est de l'électricité.

Mais force nerveuse, force psychique, pensée, tout cela ne fait qu'un. La pensée est donc physiquement déter-

(1) Voir livre suivant, chapitre I.

minée. *Moi qui pense à cette heure et qui par cet acte entends affirmer mon existence individuelle et personnelle, je ne crains pas de dire, convaincu que telle est la vérité :* « JE SUIS UN FOYER DE FORCE ÉLECTRIQUE. »

II

DÉMONSTRATION ET DÉTERMINATION DE LA FORCE PSYCHIQUE A SES MANIFESTATIONS CELLULAIRES PROTOZOÏQUES.

La force psychique, ou nerveuse, ne circule pas seulement dans les nerfs, car, à ce titre, il y aurait des myriades d'êtres animés qui, n'ayant pas de nerfs, en seraient dépourvus. Elle se manifeste, au contraire, dans tout être cellulaire indépendant, et cela est aisé à démontrer.

Il est, en effet, une manifestation de la pensée qui se traduit au dehors d'une façon très apparente par des mouvements. C'est sous l'impulsion de sa pensée que l'animal marche, qu'il saisit et qu'il grimace. Le mouvement, en d'autres termes, est, dans le monde animé, un produit de transformation de la force psychique, il en signale les évolutions et partant l'existence.

Or, de pareils mouvements appartiennent aux êtres unicellulaires que l'on nomme *protozoaires*, et l'on doit sans peine établir quelle espèce de force les anime. C'est ce que nous allons faire en examinant successivement les diverses catégories connues de mouvements cellulaires : les tropismes ou mouvements notoirement provoqués et les mouvements d'apparence spontanée.

Les tropismes cellulaires.

On appelle de ce nom les déplacements cellulaires, attractions ou répulsions, exercés sous l'influence de foyers déterminés.

En voici l'exemple typique.

Expérience de Verworn. — « Si l'on dépose sur un porte-objet, entre deux électrodes impolarisables, une goutte d'eau contenant le plus grand nombre possible d'individus de l'espèce *Paramœcium aurelia* et que l'on ferme ensuite le courant galvanique, alors on voit au moment de la fermeture du courant toutes les paramécies quitter l'anode et se précipiter, en masse serrée, vers la cathode où elles s'accumulent. Après quelques secondes, tout le restant de la goutte d'eau est complètement dépourvu d'infusoires; seule, la partie cathodique en montre une vraie fourmilière. Les infusoires y restent pendant toute la durée du courant. Si alors on ouvre le courant, on voit toute la masse des infusoires quitter la cathode et se diriger vers l'anode. Néanmoins, ils ne s'amassent pas tous à l'anode, mais une partie d'entre eux restent uniformément disséminés dans la goutte d'eau, sans se placer cependant, au début, au voisinage de la cathode, ce qu'ils ne font que progressivement quelque temps après l'ouverture du courant. Finalement tous les protistes se trouvent de nouveau répartis uniformément dans la goutte d'eau.

« D'autres espèces, certaines bactéries, des flagellates comme *cryptomonas* et *chilomonas*, au lieu de se diriger vers la cathode, se dirigent vers l'anode et s'y accumulent. Si, dans une goutte d'eau, il existe simultanément des ciliés et des flagellates, lors de la fermeture du courant constant, ces organismes se précipitent en sens inverse, de telle sorte que, finalement, ils sont répartis en deux groupes, les flagellates à l'anode et les ciliés à la cathode. Si alors on renverse le courant, les organismes se jettent les uns sur les autres, comme des ennemis, jusqu'à ce qu'ils se soient de nouveau accumulés aux pôles opposés. Toute fermeture du courant établit ainsi en quelques se-

condes une séparation nette de ces organismes, précédemment emmêlés les uns dans les autres (1). »

Peut-il être expérience plus claire et plus démonstrative ?

Les cellules, corps légers et librement suspendus dans le liquide qui les baigne, véritables électroscopes entraînés dans le courant, tantôt dans une direction et tantôt dans l'autre, toujours la même pour une même espèce, sont des êtres naturellement *polarisés :* autant, en d'autres termes, de foyers électriques.

La cellule des protozoaires, foyer d'électricité, représente à ce titre la première ébauche de l'organe perfectionné que nous avons reconnu dans la cellule nerveuse. Elle est un foyer nerveux unicellulaire, et, nous pouvons le dire maintenant, un foyer de force psychique. Comme nous-même, le protozoaire possède une âme et une âme distincte de son corps, produite par lui, incessamment entretenue et renouvelée jusqu'au moment de la mort qui est celui de l'extinction de ce foyer. Et cette âme est la force électrique développée et entretenue en son intérieur.

Autres tropismes cellulaires. — Toutes les forces provoquent des mouvements cellulaires analogues. On appelle *héliotropismes*, les attractions et répulsions exercées par la lumière ; *chimiotropismes*, celles que l'on observe au voisinage de certaines substances chimiques ; *thermotropismes,* celles qu'entraîne l'approche des foyers caloriques.

Le pouvoir cellulo-moteur des radiations lumineuses est distribué dans le spectre solaire en raison inverse du pouvoir calorique. Si l'on interpose entre la source lumineuse et la préparation (il s'agit d'observations faites sous le microscope) un vase rempli d'une solution ammoniacale

(1) Verworn, *Psychophysiologische Protisten-Studien.* Iéna, 1895 (d'après Hertwig, *la Cellule.* Paris, G. Carré, p. 102).

d'oxyde cuprique, qui ne laisse passer que les rayons bleus et violets, les zoospores réagissent comme si elles avaient été soumises à la lumière du jour. Par contre, elles ne réagissent pas sous l'action des rayons lumineux qui ont traversé soit une solution de bichromate potassique, soit la flamme jaune de sodium ou un verre rouge rubis (1). Cette loi de distribution spectrale est celle du pouvoir photochimique; coïncidence remarquable, elle nous enseigne que l'intermédiaire chimique sert à la transformation électrique de la lumière dans les phénomènes du tropisme cellulaire.

C'est, en effet, par leur préalable transformation en électricité, suivant les modes qui seront ultérieurement étudiés, que s'explique naturellement l'effet moteur des diverses forces qui ne sont pas l'électricité elle-même. Et comment l'expliquerait-on autrement? Certes la lumière et les réactions chimiques se transforment directement en chaleur et celle-ci se transforme en mouvement de déplacement matériel en dilatant les corps. Mais les phénomènes d'attraction et de répulsion compris sous le nom de *tropismes* sont indépendants des courants que la chaleur produit dans les liquides et dans les gaz en les dilatant, et sont également indépendants des phénomènes de pesanteur qui les accompagnent. Certainement aussi la chaleur produit des réactions chimiques et celles-ci s'accompagnent de mouvements moléculaires dans l'intérieur des corps, mais les tropismes ne sont nullement assimilables aux mouvements moléculaires et l'on ne voit pas comment ils pourraient être produits par eux. Une seule explication reste donc debout, c'est celle de la transformation électrique, et, je le répète, nous en démontrerons les

(1) Strasburger, *Wirkung der Lichts und der Waerme auf die Schwaermsporen*. Iéna, 1878.

divers modes. L'action motrice de l'électricité sera elle-même facile à expliquer. Il nous suffit, en cet instant, de ramener le cas actuel au précédent et de conclure par l'assimilation des tropismes, quels qu'ils soient, à l'expérience de Verworn, dont ils représentent des cas particuliers. Tous sont, soit directement, soit par transformation, des électrotropismes.

Ils prouvent, tout comme l'expérience de Verworn, l'existence de l'électricité nerveuse dans les cellules des protozoaires et permettent de reconnaître en eux les manifestations rudimentaires de la pensée.

Les mouvements cellulaires d'apparence spontanée.

Tout mouvement est une équilibration de force entre les foyers qui en sont l'objet et leur entourage ; il suppose que l'inéquilibre a été préalablement provoqué. On le dit spontané lorsque la cause en échappe à nos sens, c'est une simple manière de parler, car, en réalité, il n'est pas de mouvements spontanés.

Quelles sont les causes des mouvements d'apparence spontanée, mouvements cellulaires, mouvements appendiculaires et déformations protoplasmiques ?

Mouvements cellulaires.— Qui a contemplé les bactéries et d'autres protozoaires sous le champ du microscope sait qu'il en est qui se déplacent en totalité sans être attirés ou repoussés par un agent apparent. Les uns, parmi les protozoaires, présentent de simples oscillations latérales, d'autres des mouvements de forme pendulaire, d'autres en culbute ; d'autres enfin, les infusoires supérieurs, des mouvements variés et intelligents. Nous négligeons ces derniers mouvements, que l'on retrouvera au livre de l'intelligence, pour nous arrêter aux premiers seulement,

mouvements brusques et qui font songer à autant de secousses comme l'électricité en pourrait produire par des décharges intermittentes.

Sachant, du paragraphe précédent, que la cellule est un foyer de force électrique, nous devons interpréter ces mouvements comme autant de secousses produites par des décharges successives. La cause en apparaît dans une production incessante de la force à l'intérieur de la cellule. Une résistance exercée par les parois empêche son écoulement incessant. Il y a secousse toutes les fois que, la résistance ayant été brusquement vaincue, l'équilibration se fait entre le foyer et le milieu qui l'entoure.

Mouvements appendiculaires. — Beaucoup de protozoaires sont armés d'appendices ciliés ou en forme de fouet doués d'une motilité d'apparence spontanée. L'écoulement du fluide électrique par les pointes où toute résistance est moindre, peut expliquer ces mouvements. L'électricité s'y écoule comme fait le feu Saint-Elme, au mât des navires, et le mouvement est produit à la façon des tourniquets hydrauliques par le recul qui en est la conséquence.

Déformations protoplasmiques. — Les amibes et autres espèces de protozoaires en grand nombre présentent des déformations de protoplasma dont les causes échappent à l'observation immédiate.

Nous les rapprochons des contractions produites dans la fibre musculaire, et rappelons que ces dernières obéissent à l'impulsion nerveuse. Tout comme le courant électrique nerveux entraîne la déformation du plasma musculaire, de même l'électricité intérieure des amibes peut causer la déformation de leur protoplasma.

La nature même de la déformation sera interprétée bientôt, et l'on y reconnaîtra un phénomène de décomposition chimique produit par la force électrique.

III

DÉMONSTRATION ET DÉTERMINATION DE LA FORCE PSYCHIQUE A SES MANIFESTATIONS PLASTIDULAIRES.

J'entends parler des mouvements d'apparence spontanée qui ont reçu le nom de *caryocinèse* ou mouvement des noyaux (κάρυον, noyau ; κίνησις, mouvement), et qui aboutissent à la segmentation naturelle de la cellule.

Les phénomènes de la caryocinèse consistent tout d'abord en l'apparition de filaments ou plastidules distincts à l'intérieur du protoplasma ; puis, secondairement, en leur groupement en deux foyers, ou pôles opposés, où chaque plastidule est plié en forme de V, la pointe dirigée vers le pôle et l'ouverture vers le centre, comme suit < > ; troisièmement, en l'entraînement de la substance nucléaire fondamentale elle-même dans la direction des pôles et sa division en deux noyaux nouveaux. La masse de la cellule est enfin entraînée dans le double mouvement, et sa segmentation en est la conséquence.

Ces évolutions sont justiciables d'une interprétation toute physique : l'histoire en sera traitée dans mon prochain ouvrage à propos du mécanisme de formation des cellules, et ne peut être détachée utilement. Il doit suffire d'en présenter momentanément la conclusion qui est la suivante :

Le plastidule est *un amas matériel isolé au point de vue électrique* et ayant recueilli les parcelles de cette force nées des échanges chimiques qui ont lieu dans leur intérieur. Comme les cellules auxquelles ils appartiennent, les plastidules exercent les uns sur les autres des attractions, et, comme d'autres cellules, ils exercent aussi des répulsions ;

la caryocinèse et la segmentation cellulaire, réductibles à des phénomènes d'attraction et de répulsion, en sont l'expression.

La démonstration directe de l'électricité plastidulaire est à chercher dans des expériences qui permettent de noter les effets de l'électricité sur les mouvements microscopiques des noyaux, et, d'une façon plus générale, sur la germination et la végétation des plantes et des animaux. Des nombreux essais faits dans ce sens, d'une façon peut-être plus industrielle que scientifique, nul ne paraît avoir abouti à des conclusions réellement utilisables pour le but que nous poursuivons, aussi en sommes-nous réduits aux probabilités et au raisonnement par analogie avec ce que l'on a rapporté de la cellule. Cependant, il semble résulter d'observations déjà nombreuses, qu'une réelle impulsion peut être donnée par l'électricité bien appliquée à la végétation des plantes (1), et ces expériences, pour n'être pas concluantes au point de vue théorique, n'en doivent pas moins être indiquées.

Le plastidule enfermerait donc un foyer de force électrique, résultat des réactions chimiques qu'y entretient la nutrition, et d'un certain isolement individuel. Ce foyer représenterait à son tour une âme minuscule douée de conscience, d'individualité, de personnalité.

Ainsi, notre corps enferme jusqu'en ses éléments infimes, l'esquisse rudimentaire, la première ébauche de l'âme humaine.

(1) L'historique de cette question est résumé dans *l'Électroculture,* article de C. Crépeaux, in *Revue scientifique*, 29 avril 1893.

CHAPITRE IV.

ESTIMATION DE LA FORCE PSYCHIQUE.

Procédé direct d'estimation.

Mesurer la tension de la force à l'intérieur du neurone, au moins à son point de départ, n'est pas un problème hasardeux, quelque présomptueux qu'il puisse paraître.

L'électricité psychique peut être estimée comme l'on estime la tension d'un foyer quelconque à la force de même nature extérieurement placée, lui faisant équilibre. Veut-on mesurer la pression d'une chaudière à vapeur, on l'estime au poids dont il faut charger la soupape pour l'empêcher de s'ouvrir. Veut-on estimer la tension d'un foyer électrique, on la peut mesurer à la force similaire, qui, mise en contact avec la première, ne lui fait subir ni augmentation ni déperdition.

Or, existe-t-il quelque signe auquel on puisse reconnaître une variation de la force électrique nerveuse ? Oui, sans doute, il en existe même plus d'un, et ces signes sont ceux de « l'émotion » ou variation de l'état électrique à l'intérieur de la cellule nerveuse étudiée au livre suivant.

Quand on intercale une partie de nerf sur le trajet d'un courant électrique, les deux foyers, s'ils sont inégaux, doivent se mettre en équilibre comme feraient deux pressions inégales mises en contact, et l'on observe en ce moment une variation dans la tension électrique du nerf, une émotion.

Si, au contraire, ils sont égaux, il n'y aura pas de varia-

tion, et, partant, pas d'émotion; la mesure de la tension nerveuse peut donc être estimée à la puissance du courant électrique exactement suffisant pour ne provoquer aucune augmentation ni diminution de force dans le foyer électrique que représente le nerf, c'est-à-dire aucune émotion.

Les praticiens de l'électricité physiologique connaissent des degrés de tension électrique nécessaires pour produire l'émotion, mais ils savent compter aussi avec les résistances essentiellement variables des enveloppes nerveuses, et seraient peut-être embarrassés pour apprécier en quelle proportion elles viennent à influencer le résultat; c'est comme si la soupape d'une chaudière, étant chargée par un premier poids inconnu, on n'avait, pour en estimer la pression, que la valeur des poids additionnels nécessaires pour retenir la vapeur. Tout procédé direct d'estimation nous paraît, en conséquence, entaché de cette cause d'erreur.

Procédés indirects d'estimation.

L'étude de la vision fournit plusieurs méthodes d'estimation indirecte de la force nerveuse à l'état de repos. J'appelle cette estimation *indirecte*, parce qu'elle fait état, non directement, de valeurs électriques, mais des valeurs de forces quelconques dont la transformation électrique sert de point de départ à la sensation.

L'une de ces méthodes sera exposée au livre suivant, où elle trouve naturellement sa place.

En voici d'autres.

Mesure de la force nerveuse à l'état de repos. Seuil de l'excitation.— On cherche quelle est la plus faible lumière sensible, ou, comme on dit, la lumière limite *ll*, une quantité qui peut être appréciée si l'on mesure la distance à

laquelle l'unité de lumière est encore reconnaissable dans l'obscurité complète.

Cette distance étant trop considérable pour être mesurée dans nos laboratoires, j'ai eu recours à l'artifice réalisé par l'appareil que voici : « Un tube de lunette long d'un mètre porte, à ses deux extrémités, un verre dépoli, dont l'un, l'oculaire, de surface égale à 1 millimètre carré, inférieure au diamètre de la pupille, et l'autre, l'objectif, de surface égale à 1 centimètre carré. » L'observateur, regardant au travers de la lunette, se rapproche d'une source lumineuse, égale à l'unité, jusqu'à ce qu'il perçoive la première trace de lumière, et le calcul a lieu suivant la formule $4 \pi R^2$, qui mesure la surface des sphères. A une distance de 1 mètre, l'objectif reçoit une fraction de photo égale à $\frac{1}{125\,664}$, et l'oculaire, cent fois plus petit, reçoit un centième de la même fraction de la lumière précédente,

$$\frac{1}{125\,664 \times 125\,664 \times 100},$$

soit environ 1,6 trillionième de photo $\left(\frac{1}{1\,579 \times 10^{12}}\right)$.

Je prends la liberté de reproduire ces chiffres parce qu'ils expriment la limite de visibilité normale telle qu'elle m'est apparue. Je cessai, en effet, de distinguer la lumière aussitôt que la source fut éloignée à plus de 1 mètre de l'objectif. Il en résulte que la plus petite lumière sensible équivaudrait à une fois et demie la trillionième partie de l'unité photo, laquelle équivaut très approximativement au carcel-mètre.

Mais la plus petite excitation sensible correspond à ce que l'on nomme le *seuil de l'excitation*, expression métaphorique empruntée, d'après Wundt, à Herbart. « Ce philosophe nommait *seuil de la conscience* cette limite que

doivent franchir les représentations pour devenir conscientes. Fechner l'a appliquée à la mesure de la sensation (1). »

Le seuil de l'excitation mesuré, non plus en force extérieure, lumineuse ou autre, mais en force nerveuse, représente la force nerveuse à l'état de repos augmentée de la plus petite quantité sensible.

Or, la plus petite augmentation sensible de la force nerveuse est une proportion connue. Bouguer (2), après avoir préalablement reconnu que les plus petites différences sensibles d'une force extérieure quelconque, sont une fraction constante de la force en jeu, a estimé cette fraction égale à un soixante-quatrième $\left(\frac{1}{64}\right)$. Arago (3) a remarqué que, dans le mouvement, on peut distinguer des différences encore plus petites, et Helmholtz (4) a atteint, dans ces conditions, la limite extrême d'un cent soixante-septième $\left(\frac{1}{167}\right)$. Nous pouvons donc dire que la plus petite différence sensible correspond à la moyenne d'un centième $\left(\frac{1}{100}\right)$.

Mais, si telle est la loi générale, elle est certainement applicable au seuil de l'excitation. Celui-ci doit être en augmentation d'un centième sur la force nerveuse à l'état de repos.

Il est donc permis de conclure, avec toute justesse, que la force nerveuse à l'état de repos représente une grandeur équivalente à celle que développe, par sa transformation

(1) Wundt, *Éléments de psychologie*, I, p. 342.

(2) *Traité d'optique sur la gradation de la lumière* publié par de la Caille. Paris, 1760, p. 81.

(3) *Œuvres complètes*, X, p. 235.

(4) *Optique*, p. 418 (315 de l'édition allemande).

en force électrique nerveuse, le plus petit degré de force extérieure sensible *diminué de la minime fraction d'un centième*.

C'est, enfin, être très près (à un centième près) de l'exacte vérité, que d'estimer la force nerveuse de repos, à l'extrémité des neurones optiques terminaux : *l'électricité développée dans chacun des bâtonnets qui les représentent par la trillionième partie d'une unité carcel-mètre*, c'est-à-dire par le minimum de lumière sensible trouvé tout à l'heure.

Je laisse à penser combien infime est la puissance du courant né de pareille action sur la photopsine contenue dans l'épaisseur d'un cône ou d'un bâtonnet de la rétine, et combien minime est, en conséquence, la force habituelle du neurone rétinien terminal, nécessairement inférieure à cause des pertes subies par l'acte de la transformation.

« D'après un calcul de M. Ch.-Ed. Guillaume, une petite calorie, entièrement transformée en radiation verte, serait susceptible de produire, dans un œil reposé, une sensation perceptible pendant cent quatre-vingts millions d'années (1). » Je lis bien *cent quatre-vingts millions d'années*. Quoique ignorant des procédés de ce calcul cité de seconde main, j'ai tout lieu de le croire exact, y voyant une illustration frappante de ce qui précède.

Mesure de la force nerveuse en un moment quelconque. — La loi de Bouguer, évoquée tout à l'heure, comporte une autre application.

Si les plus petites oscillations sensibles équivalent, d'une manière toute générale, au centième de la force en jeu (loi de Bouguer, expériences d'Helmholtz), il est exact d'estimer la force nerveuse à chaque instant au centuple

(1) *Revue générale des sciences*, 1898, p. 56.

des plus petites oscillations appréciables. La même méthode de mesurer la puissance des foyers nerveux trouvera donc à s'appliquer en toutes circonstances, dans le plein fonctionnement des sensations, comme à leur premier point de départ.

Les calculs demeurent naturellement indirects, puisque nous ne mesurons pas les oscillations nerveuses elles-mêmes, mais seulement celles des forces extérieures employées à leur transformation nerveuse.

Je n'ai pas eu le loisir de pratiquer les mesures de cette espèce, et dois me borner à les recommander aux amateurs d'expériences psychophysiques. Ils n'oublieront pas que, passé un certain degré, les accroissements de sensation ne répondent plus aux accroissements de la force. Ce point répond au *summum utilisable* de l'excitation. Mais déjà je puis faire entrevoir cette conclusion : que les foyers nerveux croissent en puissance avec le renouvellement ou la durée de l'excitation.

La sensibilité nerveuse.

L'extrême minutie de la force nerveuse, considérée à son point de départ, détermine la sensibilité de ses foyers.

Sensibilité, tel est, en effet, le terme consacré pour exprimer en langage psychologique courant la tension des foyers nerveux à l'état de repos, et plus précisément l'inverse de cette tension. Je voudrais rendre cette vérité plus claire par une comparaison.

Voici, par exemple, deux ressorts différents : l'un d'eux est fortement tendu, il est très peu modifié par des pressions légères, sa sensibilité est faible en d'autres termes ; l'autre est faiblement tendu, il est au contraire modifiable par des pressions très légères, sa sensibilité est grande.

La sensibilité nerveuse est énorme; il suffit pour l'émouvoir de l'infime force représentée par la trillionième partie de la lumière émise par une lampe ordinaire.

Clavier merveilleux que celui de notre pensée dont les touches, estimées non plus en force lumineuse, non plus en force électrique, mais en vulgaire pesanteur, ne vaudraient guère au poids des balances. Songez à la plus délicate des plus minuscules entre les mouches, fait pour elle et pour exprimer en son le moindre de ses mouvements, un clavecin que seuls pourraient faire chanter des doigts de fée. Vous êtes loin de compte. La pensée est plus subtile en son être, plus subtile en son jeu. La nature se montre en ce domaine d'une délicatesse suprême, dont seule donne une idée la délicatesse de notre propre sensibilité.

Mais enfin, si faible soit-elle, la force pensée n'en existe pas moins, et la conclusion finale de ce chapitre réside dans cette affirmation, c'est que la pensée ou force psychique n'est point importée du dehors; elle est un élément interne et continu, élément de force minime, mais de tension bien nettement déterminée et persistante autant que la vie.

On me permettra de m'attarder quelques instants à réfléchir sur l'enseignement nouveau contenu dans ce chapitre, et ses conséquences au point de vue de la psychologie tout ordinaire de nos conversations habituelles. Il est maintenant bien évident que l'être le plus sensible au point de vue qui nous occupe, est celui dont la force nerveuse au point de départ est la plus faible. Le bœuf campagnard, lourd et insensible, représente, en ses terminaisons nerveuses, des foyers de force plus considérables que le *muscadin* de nos cités populeuses, et, pour prendre nos sujets sur un même individu, la peau insensible de notre dos,

comparée à celle qui recouvre délicatement la pulpe de nos doigts, représente également des foyers de force très différents; ils sont bien plus puissants dans le cas de sensibilité obtuse que dans le cas de sensibilité délicate.

Ce dernier exemple pourrait paraître mal choisi, car, cela est notoire, la sensibilité est aussi en raison directe du nombre des terminaisons nerveuses, et celles-ci sont exceptionnellement rares dans la région du dos. Je ne puis cependant m'empêcher de l'énoncer, ayant vu les terminaisons plus nombreuses être communément aussi plus effilées, et croyant pouvoir, en conséquence, attribuer leur extrême sensibilité, non pas seulement à leur nombre, mais aussi à leur ténuité qui en fait des foyers de moindre capacité.

La plume qui vole au vent exige, pour être sentie, un toucher plus subtil; son poids est minime, il faut, pour que nos sens en soient affectés, que leur force à eux soit également d'ordre infime. Pour sentir la pierre ou le coup de poing, notre dos suffit, la force, en ses foyers nerveux, atteint à de pareilles hauteurs. Que la force nerveuse soit égale à 1000 et augmentée d'une unité, l'effet est dans la proportion d'un millième. Cette même unité, appliquée à une force égale à 10, produirait un effet d'un dixième, cela explique la relation inverse de la sensibilité et de la force nerveuse au départ. Mais, déjà, nous empiétons sur le domaine de l'émotion, et il nous tarde de l'aborder.

LIVRE II

L'ÉMOTION.

Définition.

Après avoir déterminé la force psychique, il faut en étudier les évolutions auxquelles nous donnons, avec la psychologie ancienne, le nom d'*émotion*, un terme de physique impliquant l'activité et le mouvement. La force psychique est habituellement équilibrée, comme est la force en tout foyer au repos, comme est l'électricité elle-même dans un accumulateur, ou la pression dans la chaudière à vapeur. Elle sort de cet état pour entrer en activité, elle se *meut hors* son état habituel, elle « s'émeut ». De là est né le terme ÉMOTION *qui est donc synonyme de variation électrique.*

Dans le langage mécanique ordinaire, on parle d'échappement. Comme ces deux mots sont voisins, et combien émotion n'est-il pas ici plus approprié ! Ce n'est pas, en effet, du seul échappement qu'il s'agit ; bien au contraire, les variations électriques de l'émotion sont, pour toute une moitié au moins, des accroissements de force, et le mot *émotion* s'applique aussi bien aux augmentations qu'aux échappements et déperditions.

L'émotion est un événement essentiellement transitoire, et, quand elle nous apparaît continue, c'est, en réalité, une illusion. Une émotion durable ne peut être qu'une succession d'intermittences, comme une série de charges ou de

décharges consécutives. Il semble qu'il faille admettre, pour l'expliquer, des interruptions de courant analogues à celles de la bobine de Ruhmkorff : des accumulations temporaires suivies de brusques communications entre les parties isolées d'un même conduit.

Divers problèmes généraux se posent concernant les variations de la force psychique ou émotion. Ils peuvent être groupés sous deux chefs :

1° Le mécanisme de l'émotion ;

2° Les effets de l'émotion.

CHAPITRE I.

MÉCANISME DE L'ÉMOTION.

L'émotion doit être considérée dans ses mécanismes initiateurs et dans ses mécanismes propagateurs.

I

LES MÉCANISMES INITIATEURS DE L'ÉMOTION.

L'impression nerveuse.

On appelle *impression* l'acte par lequel il est imprimé une variation à la force électrique contenue en un foyer nerveux; c'est l'acte initiateur de l'émotion. On l'appelle aussi *excitateur*, parce qu'il excite ou met en mouvement l'activité nerveuse, d'où le mot *excitation* souvent employé comme synonyme d'impression.

Il n'y a certainement qu'un moyen de varier la force contenue en un foyer, c'est d'en modifier les éléments tension et quantité. On ne peut l'obtenir que par adjonction ou soustraction des mêmes éléments, ainsi qu'il a été exposé lorsque nous montrions que l'électricité est la seule force universellement capable d'exciter les mouvements de la pensée. Nous prenions alors pour exemple la pression et nous disions que, pour l'augmenter ou la diminuer, il n'y a pas d'autre moyen que de presser davantage ou moins; la chaleur, l'électricité, peuvent y parvenir, mais

non sans avoir subi dans une opération accessoire leur préalable transformation.

Il en est de l'électricité comme de la pression ; nul changement ne peut y être apporté qui ne soit une addition ou une soustraction de cette même force, et, pour le produire, nul autre moyen ne se présente que le contact de réceptacles électriques en état de charge différente. La cause dernière de l'impression nerveuse est donc à chercher exclusivement dans les apports et soustractions de force électrique, et l'expérimentation va nous fournir l'exemple de l'un et de l'autre.

Voici comment on opère : on met à nu l'un des nerfs facilement accessibles de l'animal vivant, et l'on en comprend une partie dans un circuit électrique en plaçant sur le nerf, à quelque distance l'un de l'autre, les deux électrodes d'une pile. La pile est naturellement armée d'un rhéostat sensible à l'aide duquel on peut graduer à volonté la tension de sa force. Partons de la tension zéro et l'augmentons *par étapes successives*. L'effet est d'abord nul, et cela dure aussi longtemps que la force de la pile, encore minime, ne dépasse pas un certain degré qui est, nous l'avons vu antérieurement, celui-là même de la tension électrique nerveuse de repos au point touché. Puis, brusquement, un effet se produit de sensibilité ou de contractilité, suivant qu'on a choisi un nerf de l'une ou de l'autre catégorie : c'est un cri de douleur dans le premier cas, une contraction musculaire dans le second.

Remarquons bien alors ce qui se passe : l'effet se produit au moment de l'entrée en contact des deux forces électrique nerveuse et électrique étrangère, puis il cesse tout aussitôt, alors pourtant que le contact persiste, mais pour se reproduire ensuite au moment de la rupture. C'est ce que l'on exprime en disant que les excitations nerveuses

sont produites par les seules ouvertures et fermetures des courants électriques, mais non par la continuité des courants.

Comme tout cela est naturel à la lumière de ce que nous savons maintenant de la force nerveuse, et, pour le bien faire comprendre, voici d'abord une comparaison.

Considérons le fleuve dans le courant duquel on a bâti un égout. Celui-ci est assez solide pour supporter le poids du fleuve sans être défoncé, et pour supporter sans rompre les pressions internes ordinaires. Mais voici venir un orage et l'égout se remplit, subissant des pressions très élevées qui le font éclater. Quand cela se produit, l'on s'en aperçoit à une crue subite du fleuve ; elle reste la même aussi longtemps que l'excès de pression interne persiste ; elle baisse ensuite quand, l'orage ayant cessé, c'est au contraire l'eau du fleuve qui se déverse dans l'égout. Il y a donc une variation dans le niveau des eaux au moment de l'irruption de l'égout dans le fleuve et au moment du déversement du fleuve dans l'égout. De même il y a une variation dans le nerf en contact avec un foyer électrique à la fermeture du courant qui est le moment de l'orage, puis stabilité, et enfin nouvelle variation en sens inverse à l'ouverture du courant qui répond à l'évacuation finale.

L'impression nerveuse n'est autre chose que le fait d'une addition ou d'une soustraction de force électrique nerveuse dans l'intérieur du nerf, son foyer. Elle est le facteur ou l'agent direct de l'émotion à laquelle on ne saurait reconnaître d'autre cause directe ou immédiate.

Les transformations nerveuses de forces extérieures.

Mais, s'il est vrai que l'électricité seule est la cause immédiate de l'émotion, il n'en est pas moins vrai aussi

que toutes les forces extérieures peuvent servir à ce but par leur transformation préalable en électricité.

Un appareil universel est préposé à cette transformation : *la cellule épithéliale*, dont le rôle transformateur, apparu pour la première fois dans la rétine, doit être maintenant recherché dans toutes ses variétés. La définition de l'épithélium, primitivement liée à la circonstance anatomique d'un organe de revêtement (ἐπί, sur; θήλη, mamelon), se trouve donc enrichie d'une quantité toute physiologique, celle que nous venons d'indiquer et qui réside dans le pouvoir de transformer les forces extérieures en électricité nerveuse.

Transformation nerveuse de la force lumineuse. — L'épithélium pigmenté rétinien possède, dans la photopsine qu'il enferme et celle qu'il sécrète sous forme de pourpre, les agents de transformation que la lumière décompose avec production d'électricité. La démonstration en a été fournie par l'observation galvanométrique directe, l'expérience d'Holmgren, déjà plusieurs fois mentionnée dans cet ouvrage et exposée d'une façon assez explicite pour qu'il soit inutile d'y revenir (p. 91). Nous insistons seulement sur le fait que la lumière soumise à l'intermédiaire obligé d'une réaction chimique, use, en réalité, d'une double transformation. Le sens lumineux se trouve ainsi rentrer dans la catégorie des sens chimiques à côté de l'odorat et du goût.

Transformation nerveuse de la force chimique. — On sait, et nous venons de le rappeler par l'exemple de la photopsine, que les réactions chimiques donnent lieu universellement à des transformations de cette force en électricité. Les piles en sont l'application connue de tout le monde. La vue, l'odorat, le goût, lui doivent leur émotion. On vient de parler de la vue, voyons pour les autres.

On appelle *odorat* les émotions provoquées dans les nerfs par le contact des gaz odorants. La muqueuse pituitaire, qui occupe le sommet des fosses nasales, en est le siège ; elle reçoit des nerfs, les nerfs olfactifs, qui la traversent et se terminent à sa surface en des expansions *ciliées*. Les cils terminaux baignent dans les sécrétions de la pituitaire au milieu des réactions chimiques qu'y provoquent les gaz odorants ; une production d'électricité en est la conséquence, et c'est elle qui impressionne les cils terminaux. Ainsi, le rôle transformateur de l'épithélium apparaît ici dans son produit : la sécrétion de la pituitaire.

On appelle *goût* les émotions produites dans les nerfs par le contact des matières sapides. Une liqueur sécrétée par les cellules épithéliales des glandes salivaires, la salive, préside, dans la bouche, où se passent les phénomènes du goût, à leur dilution. Des cellules de forme spéciale, que j'ai le droit d'appeler *épithéliales*, d'après la définition physiologique qui vient d'être donnée de l'épithélium, les *cellules gustatives*, sont attachées aux terminaisons des nerfs que leur situation dans l'intérieur de la bouche a préposés à cet ordre d'émotions. Je les imagine sécrétant à leur surface une substance particulièrement sensible aux réactions chimiques. Les matières sapides sont celles qui sont aptes à provoquer ces réactions, et, par elles, à développer l'électricité. L'impression nerveuse gustative en est le résultat. Elle apparaît en dernière analyse comme le produit électrique des actions chimiques qui ont leur siège dans les sécrétions des cellules épithéliales gustatives.

Transformation nerveuse de la force calorique. — Les terminaisons des nerfs dans l'épithélium cutané ou épiderme sont le siège des impressions nerveuses produites par la chaleur. Il en résulte que, si notre formule géné-

rale de la transformation nerveuse des forces extérieures est vraie, c'est dans l'épiderme qu'il faut chercher l'origine des impressions caloriques, ou, autrement dit, la source des courants thermo-électriques nerveux.

Or, on sait que les piles thermo-électriques sont faites de la soudure de métaux différents, et que l'on attribue la cause des phénomènes thermo-électriques à l'inégal échauffement d'éléments de structure et de densité différentes. Ces conditions sont remplies par l'épiderme.

L'épiderme est composé, en effet, de couches superposées absolument différentes les unes des autres, reliées elles-mêmes par des soudures d'une matière également différente. Les plus superficielles de ces couches sont formées de cellules cornées, c'est-à-dire sèches et légères en même temps qu'aplaties ; elles vont en s'épaississant et en s'alourdissant à mesure qu'elles sont plus profondes ; tout au fond, elles sont cubiques et charnues, c'est-à-dire pleines de liquide et lourdes.

On ne pourrait imaginer des circonstances plus favorables à la naissance des phénomènes thermo-électriques. Il nous semble donc tout à fait rationnel d'attribuer l'origine de l'impression calorique à la transformation électrique de la chaleur par les soudures superposées des feuillets épidermiques.

Transformation nerveuse de la force motrice. — L'air en vibration exerce tout aussi bien une pression que la main qui frappe ; on est donc en droit de ramener à un seul et même ordre de phénomènes l'impression tactile et l'impression auditive, et de voir dans tous deux une transformation nerveuse de la pression ou force motrice.

Impression tactile : l'épiderme sert d'intermédiaire aux impressions tactiles comme aux impressions caloriques, et nous sommes invinciblement entraînés à formuler ici

une théorie en tous points analogue à celle de la transformation thermo-électrique. Nous rappelions tout à l'heure que de l'électricité naît par l'inégal échauffement d'éléments de structure et de densité variables. Ne pourrait-il en naître aussi de l'inégale compression de ces mêmes éléments? Ce n'est là qu'une hypothèse, et nous sommes obligés de la donner pour telle, n'ayant pas le loisir d'expérimenter à cette heure. Cette théorie est également applicable aux matières hétérogènes dont sont composées les cellules nerveuses, et se passerait, au besoin, de l'intermédiaire épithélial.

Une autre explication se présente encore. Que l'on suppose un étranglement ou toute autre déformation survenue en un réceptacle électrique, il semble naturel qu'il en résulte une répartition nouvelle de la force, partant un mouvement de celle-ci, une émotion. Qu'une dislocation pareille se produise dans un accumulateur, l'appareil avec lequel les cellules nerveuses pourront tantôt être assimilées, et je ne doute pas qu'il en résulte des variations dans son intérieur : de véritables émotions. Or, la pression doit produire des effets de ce genre dans les nerfs, et de même le toucher le plus délicat lorsqu'il est appliqué aux filaments très ténus qui les terminent.

Ainsi s'expliquent, de diverses manières, les effets de la pression comme générateur immédiat de l'émotion : aussi bien la douleur connue de tout le monde au choc du nerf du coude, que les résultats de l'expérience délicate de M. Ranvier sur le cerveau de la torpille. Effleurer, dit cet auteur, de la barbe d'une plume le lobe cérébral électrique de cet animal, suffit pour donner naissance à la plus violente décharge électrique dont il soit capable (1).

(1) L. Ranvier, *Traité technique d'histologie*, édition de 1875, p. 1098.

Et c'est ainsi qu'en même temps se trouve expliquée, de façon très simple et très naturelle, l'universalité d'action (voir p. 184) de la force motrice comme excitateur de l'émotion nerveuse. La substance même du nerf servant, par ses déplacements, à la formation des courants, on comprend que la pression ne soit jamais prise en défaut.

Impression auditive : les terminaisons du nerf auditif dans l'oreille interne, sont armées d'un clavier d'une délicatesse de structure admirable, aux touches extrêmement nombreuses : l'organe vibratoire de Corti et les cellules épithéliales ciliées derrière lesquelles s'épanouissent les terminaisons nerveuses. La sensibilité de ces cellules n'a d'analogue que celle des cellules nerveuses elles-mêmes dans l'expérience de M. Ranvier rappelée tout à l'heure.

Les explosions nerveuses.

Nous avons montré, au commencement de ce chapitre, que l'impression ne peut être le fait que d'un apport ou d'une soustraction de force électrique. Elle n'est donc jamais spontanée dans le sens étroit du mot. Mais il n'est pas moins vrai que l'on parle dans le langage habituel d'impressions spontanées, et que ce terme répond à un fait déterminé qui mérite d'être analysé.

En réalité, les impressions peuvent venir de deux sources, ou bien être provoquées par des actions du dehors, ou bien être simplement des modifications électriques imprimées à la cellule nerveuse par les productions électriques intracellulaires. Ces dernières ont l'apparence de la spontanéité, et peuvent être dites *spontanées* si l'on applique à ce terme la signification d'une origine interne. Voyons-en brièvement la genèse.

Il paraît évident que la force électrique, incessamment

présente dans la cellule nerveuse, est un produit de sécrétion interne, et qu'elle résulte des opérations chimiques qui se passent naturellement en ce milieu comme dans l'intimité générale de nos tissus exposés aux échanges de la circulation nutritive.

Supposons que la production électrique nerveuse se maintienne dans certaines limites restreintes, cette force pourra être tenue en équilibre par la résistance des parois. Mais qu'une cause intervienne qui active cette production, alors les résistances naturelles seront impuissantes à la maintenir et un échappement aura lieu. Cet échappement pourra présenter l'allure d'une explosion.

Telle nous paraît être l'explication naturelle des « explosions émotionnelles » qui font tressaillir et culbuter les bactéries. Telle nous paraît être aussi l'explication naturelle de certaines productions spontanées de la pensée assimilables à des explosions comme on les connaît dans le phénomène pathologique de l'hallucination, et peut-être simplement aussi dans certains éveils apparemment spontanés de l'idéation.

II

LES MÉCANISMES PROPAGATEURS DE L'ÉMOTION.

Comment l'émotion produite en un point de la cellule nerveuse s'y propage-t-elle ?

Est-il un mécanisme spécial à la transmission de cellule à cellule ?

Ces deux questions méritent d'être étudiées séparément, et c'est ce que nous allons faire en traitant :

1° Des courants nerveux ;

2° De leur transmission intercellulaire.

Mécanisme des courants nerveux.

Le courant nerveux est celui de la propagation de l'onde électrique, ou de l'émotion, dans les nerfs. Il est reconnaissable à l'épreuve galvanométrique. Les effets ordinaires de l'émotion le signalent encore plus simplement à l'observateur.

Il est indispensable, pour en comprendre le mécanisme, d'avoir présents à l'esprit les phénomènes de la conductibilité dans les chaînes électrolytiques ou chaînes d'accumulateurs.

Propagation des courants dans les chaînes d'accumulateurs. — Les *piles* sont des appareils électrolytiques, c'est-à-dire des générateurs d'électricité produite par transformation de la force chimique ; elles sont douées pratiquement de la seule faculté génératrice. La rétention ou l'accumulation de la force électrique y est un phénomène secondaire et perturbateur connu sous le nom de *polarisation.*

Les *accumulateurs* sont des piles façonnées pour utiliser la polarisation, retenir et rendre l'électricité qui les traverse.

Qu'est-ce que la polarisation ?

On appelle *polarisation* dans les piles, des transformations d'électricité en force chimique sous la forme d'une décomposition et d'un dépôt de matière facilement dissociable qui donne lieu à des pôles nouveaux et à un développement d'électricité en sens inverse. Ce sont des transformations d'électricité en force chimique prête pour une retransformation inverse.

A l'encontre de ce qui a lieu dans les piles ordinaires, où elle est produite par le courant propre de l'appareil, la

polarisation est effectuée dans les accumulateurs au moyen d'électricité apportée du dehors. La force électrique y est introduite et accumulée pour être ensuite rendue.

On sait, enfin, qu'un accumulateur est formé de lames superposées ou cellules d'oxyde de plomb retenues en des grillages de même métal et baignant dans l'eau acidulée. Le courant de charge a pour effet la peroxydation de l'oxyde au pôle positif, qui prend alors la couleur rouge du peroxyde, et la réduction du même oxyde au pôle négatif, qui prend, au contraire, la couleur noire du plomb métallique. Pendant la décharge, les deux lames retournent à l'état d'oxyde de plomb par une transformation exactement inverse, et l'accumulateur se retrouve à l'état primitif. (En réalité, les choses sont un peu plus compliquées à cause de l'acide sulfurique du bain et de la formation accessoire du sulfate de plomb, mais il n'importe pour la théorie.)

Un seul élément composé et formé comme il vient d'être dit est, en général, trop faible pour la plupart des applications qu'on a en vue, et l'on en associe alors plusieurs que l'on range comme les piles simples *en série*, c'est-à-dire en les mettant en contact par leurs pôles contraires.

Dans ce cas, les tensions et les résistances intérieures s'ajoutent purement et simplement. Veut-on, par exemple, alimenter une lampe à arc exigeant une chute de 60 volts au moyen d'éléments ayant chacun une tension de 1,5 volt, on les obtiendra par $\frac{60}{1,5} = 40$ éléments accouplés en série. La force électromotrice de 20 éléments sera de moitié moindre et ainsi de suite.

En une pareille série, la tension mesurée d'élément en élément sera trouvée successivement augmentée comme serait le poids dans une chaîne d'individus se transmettant une charge et y joignant personnellement le produit de leur

propre travail. On compare cet accroissement à celui de l'avalanche. La force de chute s'y accroît, en cheminant, des quantités nouvelles de neige qui se joignent à la masse tombante. On le compare encore à ce qui a lieu dans l'âme d'un fusil où la combustion de chaque grain nouveau de poudre augmente d'autant la puissance d'explosion.

Enfin, la propagation du courant est nécessairement lente dans ces appareils. L'acte de la polarisation absorbe de l'électricité et demande du temps. Si donc l'on charge, à l'aide d'une pile ou d'une source de résistance élevée, une série de cellules électrolytiques, l'effet de la pile ne sera plus instantané à cause de la quantité d'électricité nécessaire pour polariser les cellules, mais d'autant plus lent que la résistance de la source sera plus grande.

Propagation des courants dans les nerfs. — Quand on pince ou qu'on excite d'une façon quelconque un nerf à terminaison musculaire, la contraction qui en est le résultat est d'autant plus forte, que le point excité est plus éloigné du muscle, et, par conséquent, que le chemin parcouru est plus grand. Ce fait a été signalé, puis contesté; il est aujourd'hui généralement confirmé et comparé, comme nous l'avons fait tout à l'heure pour les accumulateurs, au phénomène de l'avalanche. Pflüger a, le premier, constaté le phénomène et fait la comparaison (1). La comparaison avec les pressions progressives de l'âme du fusil est de Richet (2).

En excitant un nerf assez long sur deux points placés à des distances différentes de son insertion dans le muscle, on constate une différence dans la durée de temps qui sépare

(1) E. Pflüger, *Untersuch. ueber die Physiol. des Electrotonus*, 1859.

(2) Ch. Richet, *Essai de psychologie générale*. F. Alcan, éditeur, Paris, 1891.

l'excitation de la contraction. Cette différence correspond au temps nécessaire à l'onde nerveuse pour parcourir le tronçon compris entre les deux points excités. Connaît-on le temps et le chemin parcouru, il est possible d'en déduire la vitesse de propagation, c'est ce qu'a fait Helmholtz et que beaucoup d'autres ont répété après lui. Les résultats obtenus ont varié suivant les nerfs; Helmholtz, lui, a trouvé dans ses expériences une vitesse d'environ 30 mètres à la seconde. On a indiqué des vitesses supérieures allant jusqu'à 65 mètres, et même, pour les courants sensitifs, d'après des procédés spéciaux plus sujets à caution, et qu'il serait oiseux d'exposer, jusqu'à 132 mètres. On a noté aussi des vitesses inférieures : jusqu'à 5 mètres dans le nerf pneumogastrique.

Le courant nerveux partage donc avec les courants électriques dans les accumulateurs en série ou chaînes de cellules électrolytiques, les deux propriétés fondamentales : 1° d'aller en croissant avec le chemin parcouru comme fait une avalanche, et 2° de n'être point instantané comme le courant électrique ordinaire, mais, au contraire, d'une extrême lenteur relative. Ces deux circonstances réunies permettent d'identifier les deux sortes de courants et de formuler cette conclusion grosse de conséquence : *les courants nerveux sont ceux d'une chaîne électrolytique.*

Mécanisme des transmissions intercellulaires.

Question du réseau de Gerlach. — Les cellules nerveuses présentent des expansions fibrillaires qui les rapprochent les unes des autres et les mettent en contact. C'est par leur intermédiaire qu'a lieu certainement la transition des courants. Mais quel est le mode de liaison entre les éléments? Y a-t-il continuité des fibrilles de l'un avec les fibrilles de

l'autre, avec formation d'un réseau continu ainsi que le prétend Gerlach (1)? Ou bien, au contraire, les cellules nerveuses demeurent-elles distinctes?

On s'appuie aujourd'hui, pour nier la fusion, sur les figures que donne l'action réductrice de la lumière appliquée aux tissus nerveux préalablement fixés par les bichromates alcalins et imprégnés ensuite d'une solution de nitrate d'argent. C'est la méthode d'imprégnation à l'argent, d'après Golgi (2), employée systématiquement pour colorer les cellules nerveuses, et leurs expansions fibrillaires par Ramon y Cajal (3). En réalité, la méthode de Golgi est impuissante à démontrer qu'il n'y a pas de fusion entre les expansions terminales des fibres nerveuses. Les discontinuités de cette coloration d'aspect grenu et irrégulier sont, avant tout, attribuables aux coagulations irrégulières ou rétractions dues à l'acide chromique et à ses sels.

On s'appuie encore, pour nier la continuité du réseau de Gerlach, sur les raisons embryologiques et d'expérimentation qui ont permis à Ranvier de démontrer l'unité fibro-cellulaire nerveuse (His [4], Forel [5]). Mais ce sont là deux questions différentes. L'unité du neurone ne contredit point à la fusion possible de ses extrémités terminales avec celles du neurone voisin.

(1) Gerlach, *Von dem Rückenmark*. Stricker's Handb. der Gewebelehre, Leipzig, 1871.

(2) Golgi, *Sulla fina anatomia degli organi centrali del systema nervoso*. Milano, 1885-1886.

(3) Les travaux de Cajal sont très nombreux. Il les a réunis dans un opuscule intitulé : *les Nouvelles Idées sur la structure du système nerveux chez l'homme et chez les vertébrés*. Reinwald, éditeur, Paris, 1894.

(4) His, *Histogenese und Zusammenhang der Nervenelemente. Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Suppl. bd 1890.

(5) Forel, *Einige Hirnanatomische Betrachtungen und Ergebnisse. Arch. f. Psychiatric u. Nervenkheiten*, 1887, bd XVIII.

En somme, la question mérite d'être réservée, et le mode de contact ou de séparation entre les neurones attend encore sa démonstration.

Question du déplacement des expansions nerveuses terminales. — Tout à l'opposé du fusionnement entre les expansions nerveuses dans les fins plexus intercellulaires des animaux supérieurs est l'observation faite sur le *Leptodera hyalina*. Wiedersheim aurait observé que les cellules cérébrales de ce crustacé ont des expansions, non seulement entièrement séparées, mais encore mobiles, et se pouvant rétracter ou allonger, rapprocher ou éloigner spontanément les unes des autres (1).

Ce fait doit être rapproché d'un autre découvert par Fr. Boll et concernant le chevelu pigmenté des cellules épithéliales rétiniennes des vertébrés. Ce chevelu pigmenté est attiré entre les bâtonnets de la rétine pendant l'éclairement et se rétracte spontanément contre la cellule dans l'obscurité (voir première partie de cet ouvrage). Certaines intoxications favorisent ces mouvements ou les ralentissent. On doit noter à ce sujet particulièrement l'effet de la strychnine (Engelmann [2]) qui immobilise le chevelu en état de rétraction, la plus vive lumière ne l'en peut alors éloigner.

Est-il permis de conclure de ces faits à une généralisation possible comme on a tenté de le faire? Nullement, me semble-t-il. Et rien ne peut autoriser à déduire de ce qui a lieu, en ces circonstances et pour des conditions anatomiques très spéciales, à ce qui doit être dans les dispositions histologiques toutes différentes propres aux plexus nerveux ordinaires des vertébrés supérieurs. Ainsi, dans

(1) Wiedersheim, *Anat. Anzeiger*, déc. 1890.

(2) W. Engelmann, *Ueber Pigmentbewegung im Auge. Pflüger's Archiv*, 1885, p. 453.

cette même rétine où l'on observe le chevelu mobile de Boll, on connaît des plexus multiples de disposition entièrement feutrée, c'est-à-dire faite d'entrecroisements divers, tandis que des mouvements répétés sembleraient devoir entraîner plutôt une disposition parallèle et sans entrecroisements.

Un cas évident de transmission par propagation immédiate. — Le problème de la transmission se trouve éclairé par une expérience de M. Macé de Lépinay publiée en son nom et au mien (1), et confirmée ultérieurement par M. André Broca (2). Quoiqu'elle anticipe sur des faits à développer ci-après, il faut la relater ici.

Supposez qu'il existe quelque part, dans notre organisme, des conditions telles que des impressions venues de côtés différents soient fusionnées en un résultat physiologique unique, et que l'on puisse mesurer également l'effet de chacune d'elles agissant isolément, et celle des deux agissant simultanément. Admettez que l'on ait trouvé le résultat total égaler exactement le double de chacun des résultats partiels, qu'en faut-il conclure?

Il faut conclure, semble-t-il, que les forces venues de côtés différents sont transmises sans déperdition aucune, car, dans le cas contraire, le total ne devrait pas être du double. Or, le cas supposé se présente naturellement si l'on compare avec la vision d'un œil seul celle des deux yeux réunis. La vision avec les deux yeux a été trouvée produire le même effet que si l'on avait doublé l'éclairage (voir plus loin loi du logarithme). Ainsi, comme dit fort bien M. Broca, les émotions, qui, par plusieurs voies ner-

(1) *De l'acuité visuelle binoculaire.* Société française d'ophtalmologie, 1884, p. 56.

(2) A. Broca, *Sur le fonctionnement de l'appareil nerveux visuel.* Association pour l'avancement des sciences, 1894.

veuses, viennent aboutir à un foyer central commun, s'ajoutent purement et simplement.

Si les émotions transmises de côtés différents s'ajoutent sans perte, il y a cent à parier contre un que la transmission est un phénomène simple et dépourvu de tout intermédiaire. Il ne laisse pas de place à un mouvement de rapprochement entre les terminaisons cellulaires qui entraînerait sans nul doute une déperdition de force.

Je suis, en conséquence, amené à conclure que la transmission de la force nerveuse de cellule à cellule a lieu dans les plexus nerveux des animaux supérieurs par simple contact ou par continuité, et non en vertu d'un déplacement des extrémités.

CHAPITRE II.

EFFETS DE L'ÉMOTION.

Les effets généraux de l'émotion étudiés dans ce chapitre sont de trois ordres :

1° La sensation ; 2° l'expression ; 3° la mémoire.

I

LA SENSATION.

Définition.

L'émotion a été étudiée jusqu'ici de façon objective. Venons à la considérer de façon subjective, c'est-à-dire relativement à la force pensante représentée par nous-mêmes. Modifiant la tension ou conscience individuelle, l'émotion lui est évidemment sensible ; elle prend, considérée à ce point de vue, le nom de *sensation*.

La sensation peut donc être définie *l'émotion considérée au point de vue subjectif par la pensée qui la subit.*

Il y a des sensations détachées et des sensations communes. Les premières sont les modifications imprimées aux cellules groupées et isolées en foyers distincts, tels que, par exemple, les foyers d'innervation cardiaque. La sensation commune est le retentissement, sur l'ensemble individuel tout entier, des modifications imprimées à l'un quelconque des foyers dont il est composé.

Il y a des notes, des gammes et des espèces de sensations. Des exemples d'espèces, ou grandes localisations, sont: la couleur, l'oueur (1), l'odeur, la saveur, la chaleur et la toucheur (1). Les gammes sont : la valeur, la hauteur et toutes leurs harmonies. Les notes, enfin, sont toutes les différences appréciables dans chacune des gammes. Suivant les degrés de perfectionnement apportés par la nature à tel ou tel sens, les notes sont plus ou moins nombreuses, les gammes aussi ; les espèces elles-mêmes vont en se multipliant avec le perfectionnement des êtres.

Loi du logarithme.

Cette loi, déjà rencontrée à diverses reprises, celle-là même qui nous a servi, au livre précédent, à déterminer que la pensée est un foyer de force, établit que, « à des sensations croissantes en progression arithmétique, correspondent des excitations croissantes en progression géométrique «, ou, comme dit Laplace : « La fortune morale est proportionnelle au logarithme de la fortune physique. » Étant d'essence physiologique, elle est naturellement bornée à des limites physiologiques, c'est-à-dire aux excitations faibles et fortes utilisables, mais non applicable aux excitations inutilisables. Elle cesse d'être exacte aussitôt que le nerf est impuissant à élaborer entièrement, c'est-à-dire à transformer en force nerveuse la force externe d'excitation. Elle est inapplicable à des pressions qui éerasent les chairs, comme à des lumières aveuglantes.

Voici l'explication naturelle de cette loi, telle que nous l'avons déjà énoncée au livre précédent (p. 168).

Supposons un foyer de force quelconque et l'augmen-

(1) Je demande la permission au lecteur d'employer dès maintenant ces expressions que je me réserve de justifier plus tard.

tons d'étape en étape en proportion constante, de telle sorte qu'il y ait de l'une à l'autre la même relation. Ainsi, par exemple, soient les étapes : 1, 2, 3, 4, etc., en rapport tel que $1 : 2 = 2 : 3 = 3 : 4$, etc. $= a$. Cela implique nécessairement que la force du foyer, comparée non plus au terme immédiatement précédent, mais à l'état primitif, s'est accrue parallèlement comme les puissances de a, ainsi que le montre le relevé suivant :

$0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5$ $a \quad a \quad a \quad a \quad a$	Progression arithmétique des variations.
$\wedge \; \wedge \; \wedge \; \wedge \; \wedge$ $1 \quad a \quad a^2 \quad a^3 \quad a^4 \quad a^5$	Progression parallèle géométrique des quantités de forces contenues dans le foyer.

Si donc l'on établit deux progressions parallèles : l'une des *variations* constantes progressives, l'autre des *états* correspondants de la force dans le foyer, ces deux progressions sont nécessairement en relation logarithmique, étant représentées, l'une par les termes successifs d'une progression arithmétique de la variation, l'autre par la série successive de ses puissances.

Remplacez maintenant la force quelconque par la force électrique qu'est la pensée, et sa variation par le terme *émotion*, sous lequel nous l'avons désignée en parlant d'une manière générale, ou *sensation*, en nous plaçant au point de vue subjectif, il devient nécessaire que cette variation, émotion ou sensation, obéisse à la loi du logarithme.

Finalement, et telle est notre conclusion sur ce point, la loi du logarithme répond naturellement à notre définition de l'émotion et de la sensation d'être les mouvements de la force nerveuse mesurés au rapport entre deux états consécutifs.

Le mystère de la loi du logarithme est ainsi réductible en une conséquence nécessaire de la valeur relative de la sensation. La sensation étant par elle-même une propor-

tion, un rapport entre le moment actuel de la force nerveuse et le précédent, croît et décroît, non pas en raison des excitations que subit la force nerveuse, mais en raison de ses augmentations ou diminutions.

La fortune morale dont parle Laplace, l'apport fait à la pensée par l'émotion, l'émotion sensible, ou, en un mot, la sensation, est naturellement proportionnelle au logarithme de la fortune physique ou de l'excitation, parce qu'elle est *le rapport* entre deux états consécutifs de la force nerveuse ou pensée.

Observée d'abord, ainsi qu'il a été déjà exposé, p. 165, par Bernouilli, Laplace, E.-H. Weber, Fechner, et décorée du nom pompeux de *loi psychophysique*, cette loi a été contrôlée dans les phénomènes du tropisme cellulaire par W. Pfeffer (1). Cet auteur, en étudiant les mouvements que certaines cellules, les anthérozoïdes, éprouvent sous l'influence de l'acide malique, a trouvé, lui aussi, que, tandis que l'excitation augmente en progression géométrique, la réaction, mesurée aux phénomènes de motilité, augmente en progression arithmétique.

Applications et déductions.

Cherchons maintenant à utiliser la loi du logarithme pour en tirer quelques déductions, et appliquons à cet effet mon échelle (2) de l'acuité visuelle basée elle-même sur le principe de la relation logarithmique appliqué dans les relations de cette sensation avec l'angle visuel (p. 163) :

1° On trouve d'abord, ainsi que chacun peut contrôler

(1) W. Pfeffer, *Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize.* Untersuchungen a. d. botan. Institut zu Tübingen. Bd I, 1888.

(2) Société d'éditions scientifiques, 4, rue Antoine-Dubois, Paris.

avec facilité, la relation suivante, confirmation de la loi psychophysique :

Intensité lumineuse :

1 : 1/2 : 1/4 : 1/8 : 1/16 : 1/32 : 1/64 : 1/128 : 1/256 : 1/512 : 1/1024

Acuité visuelle :

1,0 : 0,9 : 0,8 : 0,7 : 0,6 : 0,5 : 0,4 : 0,3 : 0,2 : 0,1 : 0

De ces deux séries, la première est une raison géométrique ayant pour point de départ l'unité de lumière, le photo, et pour raison 1/2; la seconde est la progression arithmétique correspondante de la sensation mesurée en degrés de l'acuité visuelle.

L'unité de lumière est la source qui, placée à 1 mètre de l'échelle, donne à l'observateur l'unité d'acuité visuelle, mesurée par l'angle de distinction = 1 minute. Mais la partie efficace de cette lumière est celle que réfléchit le papier blanc sur lequel sont dessinés les caractères de l'échelle, et plus exactement le morceau de surface que mesure en tous sens l'angle normal de plus petite distinction égal à 1 minute de degré. Cette surface est de 1 millimètre carré quand l'œil est placé à 3^m,50 de l'échelle.

L'unité d'acuité visuelle correspond donc à la minime quantité de force nerveuse développée dans la rétine par l'image d'un carré de papier blanc de 1 millimètre de côté, placé à 3^m,50 et éclairé par une bonne lampe ordinaire placée elle-même à 1 mètre de l'échelle.

Remarquons, enfin, que, pour une sensation = 0, la force n'est pas nulle; elle égale $\frac{1}{1024}$. Ce fait est la confirmation d'une vérité que je ne saurais trop rappeler à l'esprit de mes lecteurs. Il y a, en effet, une tension nerveuse de repos, celle que nous avons déjà estimée (p. 195) être une quantité inférieure à celle que peut développer

dans la rétine la trillionième partie d'une lampe Carcel. Nous la définissons à cette heure, à l'aide de l'échelle des acuités, la millième partie $\left(\frac{1}{1024}\right)$ de la force nerveuse que peut développer, par transformation dans notre rétine, le reflet du carré de papier blanc de 1 millimètre placé à $3^m,50$ et éclairé par une carcel placée à 1 mètre.

Quantités et tensions minimes, si l'on cherchait à les mesurer en volts et ampères, mais qui expliquent, nous le répétons ici, l'extrême sensibilité de notre appareil visuel (p. 199).

2° Voici l'exposé, maintenant, facile à comprendre, des expériences et du calcul qui nous ont permis, au chapitre précédent (p. 220), de prouver la transmission immédiate du courant nerveux de cellule à cellule. La démonstration était basée, on s'en souvient, sur ce fait que la vision des deux yeux est toujours égale à celle que l'on obtient d'un seul œil en doublant l'éclairage. Les sensations, disions-nous, s'additionnent purement et simplement.

L'acuité visuelle mesurée pour une série d'éclairages successifs, alternativement avec un œil et avec deux yeux, est constamment trouvée augmentée, dans la seconde alternative, en raison arithmétique, comme si l'éclairage avait doublé. En d'autres termes, l'acuité visuelle binoculaire est égale à celle que l'on aurait obtenue de chaque œil isolément en doublant la quantité de lumière éclairante. La constatation en est des plus simples au moyen de notre échelle logarithmique de l'acuité visuelle graduée en dixièmes pour des lumières progressantes dans la proportion régulière du simple au double. Il suffit de baisser ou d'augmenter progressivement l'éclairage et d'ouvrir ou de fermer alternativement les yeux. On constate régulièrement que l'acuité visuelle augmente ou diminue de 1 degré

dans l'échelle, ce qui correspond à une augmentation du double ou une diminution de moitié dans la lumière, et partant dans la force nerveuse correspondante.

II

L'EXPRESSION.

L'onde électrique nerveuse, qui représente l'émotion, et, nous venons de le voir, aussi la sensation, étudiée au chapitre précédent dans ses premières origines, poursuivie ensuite au même chapitre dans sa progression à travers la chaîne nerveuse, est à considérer ici dans sa fin qui est l'expression. J'oppose le terme *expression* aux termes parallèles, *impression* et *transmission*, antérieurement expliqués.

Deux variétés fondamentales d'expression doivent être distinguées : l'expression sensible et l'expression efficiente.

Expressions sensibles ou sensations en retour.

Pour comprendre ce que l'on doit entendre ici, il faut faire appel au souvenir des contrastes équilibrants de la psychologie de la couleur. On y a reconnu des courants de sensibilité réflexe, c'est-à-dire, pour parler le langage physique actuellement aisé à comprendre : des émotions en retour ou des *réflexes*. Ces émotions secondaires sont l'aboutissant terminus, « l'expression » d'une émotion revenant à la région de son point de départ après avoir parcouru le cycle de ses pérégrinations internes et donnant lieu à des émotions et sensations nouvelles de même ordre, complémentaires des premières.

Ces émotions rétablissent l'équilibre final dans le champ

local de la sensibilité, en excitant toutes les cellules que l'assaut primitif extérieur avait épargnées. Elles lui assurent un champ sans cesse uni où des impressions se peuvent inscrire à nouveau comme l'écriture sur les tablettes de cire des anciens fraîchement nivelées. Cette comparaison est propre à faire comprendre le rôle de l'expression sensible, qui est de premier ordre et qui me paraît ne pas avoir été saisi jusqu'à ce jour.

Une étude complète de l'expression sensible poursuivie, non seulement dans le domaine de la couleur, mais dans tous les domaines de la sensibilité, la montrerait fonctionnant en toutes circonstances de la même façon, c'est-à-dire rétablissant l'équilibre rompu par une première émotion. Le rétablissement de cet équilibre est un mécanisme d'harmonie, phénomène naturel important entre tous et qui mérite de faire à lui seul l'objet d'un livre de cet ouvrage sur lequel nous ne voulons pas empiéter davantage.

Expressions efficientes.

Tout au contraire des précédentes, les expressions efficientes sont celles qui se déversent au dehors des cellules nerveuses dans des appareils spéciaux d'utilisation. Leur étude reproduit en sens inverse le mécanisme initial de l'émotion. Ici l'onde électrique va s'éteignant en un dégagement de force électrique et apparaît, soit sous forme d'électricité, soit transformée en une autre variété de force quelconque.

L'expression électrique. — L'expression électrique est manifeste dans les décharges électriques de certains poissons. Leur étude fournirait sans doute des éclaircissements importants relatifs au fonctionnement du système nerveux. J'en veux retenir seulement ceci : c'est que les

organes de cette expression sont commandés par des nerfs, cordons nerveux considérables émanant d'un lobe cérébral spécial, très volumineux ; que l'excitation des troncs nerveux provoque la secousse ou décharge électrique ; et que la moindre excitation du lobe cérébral provoque une décharge plus grande encore.

Je ne veux même pas essayer, tant le sujet me paraît sortir du cadre de cet ouvrage, de faire état de certaines analogies morphologiques entre la structure de ces organes et celle des cellules nerveuses, non plus que des caractères morphologiques qui les rapprochent des fibres musculaires. Ce sont là des questions où les problèmes mécaniques trouvent sans doute à s'éclairer, mais qui exigent un maniement direct du sujet, et il n'est pas en mon pouvoir de l'entreprendre à cette heure.

Les expressions motrices. — L'expression motrice est représentée par toutes les formes de mouvement, depuis les phénomènes élémentaires du « tropisme cellulaire » jusqu'à la contraction musculaire.

On décrit sous le nom de *tropismes* (p. 187) les mouvements émotionnels observés dans les organes unicellulaires sous l'influence des forces extérieures. Nous en avons rapproché antérieurement les mouvements analogues plus rapides, d'apparence spontanée, des êtres unicellulaires, qu'ils soient armés de cils et autres appendices mobiles ou bien en soient dépourvus. Tous ces mouvements sont de vraies transformations motrices de la force électrique, des déplacements dus aux échappements de force nerveuse. Le tropisme se distingue des autres formes de l'expression motrice par l'absence d'un mécanisme spécial de transformation autre que celui du simple échappement de la force nerveuse dans le milieu ambiant.

Les *contractions* sont des expressions motrices nou-

velles nées de la différenciation d'un protoplasma contractile et de la différenciation extrême de ce protoplasma en cellules musculaires. Protoplasma contractile et fibre musculaire sont, à des degrés différents, des appareils de transformation motrice de la force nerveuse. Ces transformations sont accompagnées d'une activité chimique évidente avec dégagement abondant de matières usées. Cela nous entraîne invinciblement à supposer que la contraction musculaire est le produit d'une décomposition chimique en vertu de laquelle apparaît une substance nouvelle, celle du muscle contracté, tôt dissociée à son tour pour reproduire la substance première non contractée. Songez, par analogie, à l'extraordinaire rapidité de décomposition et de reconstitution du pourpre rétinien sous l'influence de la lumière; l'électricité n'est-elle pas plus apte encore que la lumière à une action chimique rapide? La théorie de la transformation motrice de l'émotion dans la cellule musculaire et le protoplasma contractile, serait, en conséquence, celle d'une double transformation successive : chimique d'abord et motrice secondairement.

Les expressions chimiques. — Les expressions chimiques de la force nerveuse sont en grand nombre. Faut-il rappeler l'influence des nerfs sur la qualité des sécrétions de toutes sortes, sur la glycogénie du foie et autres? Ce sont autant de transformations naturelles assimilables à celles que l'industrie sait utiliser dans la dorure galvanique et dans les applications plus récentes, telles que la fabrication de l'aluminium.

L'expression lumineuse. — Je n'insiste pas davantage sur les exemples bien intéressants et non moins évidents de la transformation en lumière que l'on pourrait étudier expérimentalement dans les appareils lumineux des lucioles, et je résumerai tout ceci en rappelant l'affirmation

du début, c'est que l'expression efficiente est un échappement de l'onde électrique nerveuse, soit directement par une décharge électrique, soit indirectement par l'entremise des transformations les plus diverses.

III

LA MÉMOIRE.

Mémoire, synonyme de polarisation.

Qu'en est-il, enfin, des effets durables des courants dans les appareils électriques qu'ils traversent, de ceux que l'on décrit sous le nom de *polarisation* ? N'est-il pas possible de les reconnaître dans des effets également durables de l'émotion sur la cellule nerveuse qui en est traversée ?

Tel est le problème qui se pose à cette place, problème du plus haut intérêt pour lequel nous n'avons pas craint de proposer une solution formelle, celle qui reconnaît les phénomènes physiologiques de la polarisation dans ce résultat bien connu de toute émotion : la mémoire.

Mais rappelons d'abord ce qu'est la polarisation, en voici la définition empruntée à un ouvrage sur la matière:

« On observe, dans toute pile qui fonctionne, le dépôt d'une substance étrangère qui semble contrarier le courant, s'y opposer en un mot, tendre à donner un courant de sens inverse. Ce phénomène a reçu le nom de *polarisation*, et c'est là un nom fort bien choisi ; il exprime la formation de nouveaux pôles opposés aux premiers. »

Or, on a bien noté que la cellule nerveuse n'est point un simple conducteur de l'électricité, mais qu'elle fonctionne, au contraire, comme une chaîne d'accumulateurs. L'émotion ne saurait la traverser sans y laisser des traces

de son passage : modifications matérielles apportées à la cellule et modifications consécutives dans l'allure des émotions ultérieures. Le courant, en d'autres termes, ne saurait traverser l'appareil accumulateur sans le charger.

La mémoire ainsi formulée est la manifestation des modifications matérielles imprimées au plasma cellulaire nerveux par des émotions antérieures. Ramenée à des modalités chimiques, elle se trouve rapprochée de l'hérédité dont il sera développé ailleurs une théorie également chimique (1), et que l'on pourra, sans intention de paradoxe, qualifier de *mémoire héréditaire*.

Et qu'est-ce donc, alors, que la mémoire ainsi matérialisée, sinon ce fait bien connu de la physiologie générale appliqué au système nerveux : les hypertrophies fonctionnelles. On sait bien que, lorsqu'on demande d'un organe une activité méthodiquement soutenue, il augmente de volume et opère désormais sans effort ce qui lui en coûtait au début, telle est l'hypertrophie fonctionnelle : un accroissement de substance active succédant à l'activité répétée. Jusqu'ici l'on n'a vu, dans ce phénomène, que la question d'apport sans en chercher la raison explicative. Appliquée au système nerveux, la raison en devient lumineuse si l'on songe à la polarisation.

Mais il n'y a pas que des présomptions pour établir qu'une variation électrique à l'intérieur de la cellule y laisse des traces durables et ultérieurement manifestes à la manière de la polarisation et à la manière aussi de la mémoire. J'en emprunte la preuve à l'expérience de Verworn antérieurement relatée (p. 187). On y a montré des cellules attirées en masse vers la cathode pendant la durée d'un courant, se précipiter en sens inverse, au moment de son interruption, en vertu d'une force intérieure contraire

(1) Mon ouvrage, *l'Harmonie*, exposé de philosophie positive.

à celle du courant primitif. N'est-ce pas là une manifestation de « courant en sens inverse indiquant la formation de nouveaux pôles opposés aux premiers ? » Et ne peut-on considérer ce fait comme une illustration tout élémentaire de la polarisation appliquée au fonctionnement électrique cellulaire nerveux ?

Mais, dira-t-on, si cette théorie est exacte, l'exercice de la mémoire devrait détruire cette faculté, comme la décharge vide l'accumulateur. Or, on sait qu'au contraire la mémoire croît avec l'usage que l'on en fait.

La réponse à cette objection est simple. Il suffit de rappeler que les matériaux usés des nerfs sont sans cesse remplacés par les apports de la circulation. Lorsqu'un nerf est appauvri, la lymphe et le sang le réparent comme ils réparent toute déperdition quelconque. Une fois emmagasinée dans une cellule dont l'entretien nutritif est assuré, la matière mémoire vivra, en se renouvelant, autant que cellule peut vivre. Elle vivra, sera nourrie et entretenue, tout comme un membre sain, malgré l'activité qu'il déploie, comme le cœur normal de l'homme sain ou le cœur grossi par un travail exagéré. Car, ainsi que je l'ai déjà exposé ailleurs, la mémoire n'est qu'une application, au système nerveux, du phénomène de l'hypertrophie fonctionnelle à formuler : « un élément croît en raison de l'effort qu'il subit (1) », et à expliquer par la polarisation aussi bien que la mémoire elle-même.

Il n'est, au demeurant, pas même besoin d'invoquer cette action lointaine de la circulation et de la nutrition, pour expliquer l'affermissement de la mémoire par ses exercices répétés. A son défaut, le mécanisme intellectuel

(1) *Développement et Explication naturelle de la loi : un élément croît en raison de l'effort qu'il subit.* Comité médical des Bouches-du-Rhône, 17 novembre 1897.



de la réflexion, à établir plus tard, y pourrait suffire. On doit considérer que les courants réfléchis, tout aussi bien que les courants directs, sont une source de polarisation, effectuée tantôt dans un sens et tantôt dans un autre, suivant la marche des réflexions intérieures.

La mémoire comprend deux temps : celui de la *polarisation* et celui de la *dépolarisation*. Le premier répond aux acquisitions de la mémoire et suit immédiatement l'impression. Le second correspond à la mise en jeu de la mémoire, ou, en langage technique, à son exploitation.

Courants de sens inverse à ceux qui ont formé le dépôt mnémonique, les courants de dépolarisation sont allumés par les réflexions de la pensée.

Savoir, raison, volonté, ou polarisations différenciées des foyers de l'impression, de l'intellection, de l'expression.

Il resterait à connaître des modes divers par lesquels la mémoire est rendue manifeste, et que l'on a compris sous les noms de *savoir*, *raison* et *volonté*.

Ces divers phénomènes psychiques nous apparaissent, en effet, comme autant de modes, ou plus simplement et plus exactement, de localisations du même fait. Nous appelons *savoir* la mémoire des organes d'impression ; *raison*, celle des organes intermédiaires ; *volonté*, enfin, celle des organes nerveux d'expression ou d'exécution.

Savoir, raison, volonté, dépôts matériels imposés à la cellule par les émotions vécues, et modifiant désormais le mode de leur activité, ne sont point en contradiction avec les données de la psychologie ordinaire. Celle-ci enseigne, en effet, de reste, que le savoir, la raison et la volonté sont modes autant qu'actes. On sait, on raisonne, on veut, d'une certaine façon en vertu de l'état des appareils où

s'élabore l'énergie psychique. Cela saute aux yeux pour le savoir, c'est non moins évident pour la raison, et quant à la volonté, il suffit de rappeler que tout acte exécuté au mépris de l'état acquis par hérédité ou par usage, est un acte subi et non voulu.

Les phénomènes de polarisation sont évidemment communs à toutes les cellules nerveuses, qui, par conséquent, sont toutes douées de mémoire sous l'une de ses formes, savoir, raison ou volonté, suivant leur position, et l'on en pourrait, sans doute, fournir bien des démonstrations, jusque dans les opérations les plus élémentaires de la pensée. Mais ils sont surtout manifestes dans les phénomènes qui appartiennent aux centres psychiques d'ordre supérieur, où les impressions, déjà triées et classées, sont moins exposées à d'incessantes perturbations. Les cellules tout à fait périphériques de première impression et celles de dernière expression sont à comparer aux entrées et aux issues d'un édifice public. Là entrent et sortent des gens de toutes conditions, dont l'activité, indifférente aux portiers, n'apparaît à ceux-ci que par la poussière ou la boue de leurs chaussures. La vraie activité du visiteur, celle qui marque, est dans le bureau spécial où le conduit sa mission, c'est-à-dire dans les foyers de l'intelligence supérieure. Les problèmes de la mémoire trouveront donc, au chapitre de l'Intelligence supérieure, leurs principales applications.

CONCLUSION.

Que de problèmes soulevés par le thème de l'émotion ! Mais aussi n'est-elle pas l'activité psychique et ne comporte-t-elle pas à ce titre les plus amples développements? On ne saurait m'accuser d'en avoir dépassé la mesure.

J'en résume brièvement l'exposé en rappelant :

1° Que l'émotion primitivement provoquée, excitation électrique directe ou par transformation électrique de toute insulte à l'épithélium, est une modification de l'état électrique de la cellule nerveuse, mesurable au rapport entre deux états consécutifs;

2° Qu'elle est propagée dans le nerf et transmise de neurone à neurone comme dans une chaîne électrolytique ou d'accumulateurs électriques;

3° Qu'elle est sensible aux foyers nerveux ou de force psychique, de façon immédiate et prend pour ce fait le nom de *sensation ;*

4° Qu'elle s'exprime en dernier ressort, soit par une nouvelle transformation en sens inverse de la première, soit par un courant sensible de retour ;

5° Qu'elle laisse enfin une trace de son passage sous forme de polarisation dans les effets durables de la mémoire : savoir, raison et volonté, ou mémoires d'impression, de transmission et d'expression, manifestes à des modalités nouvelles imprimées à ces fonctions.

Telle est l'émotion ou onde nerveuse qui représente, en somme, l'élément de toute évolution psychique, une unité complexe et voyageuse dont la répartition sur la carte de la pensée constitue l'intelligence, objet du livre suivant.

LIVRE III

L'INTELLIGENCE.

Définition.

L'intelligence est comparable à l'opération qui divise industrieusement une rivière fertilisante en canaux et canalicules alimentant ici un réservoir, là une chute et un ascenseur hydraulique ou un moulin, plus loin, enfin, des champs à perte de vue en autant de sections diverses qu'il y a dans la plaine de pentes et d'étages de pentes.

Elle est le perfectionnement sans lequel la pensée demeure insignifiante, à la manière du fleuve qui court, encaissé et bruyant, entre des rochers déserts : ainsi, le Niagara énorme, hier encore stérile, et qui se trouve intelligemment, aujourd'hui, donner la vie à des milliers d'industries.

Elle est le choix (*inter legere*, choisir entre) *ou la distribution de l'onde émotionnelle entre les voies de la pensée.*

Nous devons l'étudier dans son mécanisme ainsi que dans ses localisations primaires et supérieures.

CHAPITRE I.

DU MÉCANISME INTELLECTUEL.

I

SIGNES ET GRADATION DE L'INTELLIGENCE.

Signes de l'intelligence.

Il importe qu'avant tout nous sachions bien reconnaître les opérations de l'intelligence à ses manifestations. Rien n'est plus facile, tout choix, toute division d'une émotion première ayant évidemment pour conséquence la multiplicité et la diversité des émotions. Or, nous constatons les émotions qui nous concernent à nos sensations, et celles des autres à leurs expressions. On reconnaîtra donc les opérations de l'intelligence toutes les fois que, s'observant soi-même, on sera l'objet de sensations multiples et diverses succédant à une impression unique, et toutes les fois qu'observant les autres, on les verra être l'objet eux-mêmes d'expressions diverses à la suite d'une seule impression.

La diversité des sensations, tel est donc le signe d'observation personnelle auquel il nous est permis de constater les opérations de l'intelligence; la diversité des expressions, tel est le signe d'observation objective nous permettant de les reconnaître chez autrui. A ces deux signes, il doit nous être possible de suivre pas à pas les problèmes du mécanisme intellectuel, et tout d'abord d'en observer

l'éclosion et la gradation élémentaire dans la série des êtres animés.

L'intelligence dans la cellule.

Toute cellule organique, qu'elle soit animale ou végétale, est un être animé, c'est-à-dire qu'il est le foyer d'une force intérieure distincte de sa matière, un foyer de force, qu'avec le langage de tout le monde nous pouvons appeler l'*âme*.

Les expressions de cette force sont d'abord d'ordre exclusivement végétatif et se reconnaissent aux seuls phénomènes de la segmentation et de la multiplication des cellules. Je ne vois pas bien, dans les descriptions qui sont données de ces phénomènes sous le nom de *caryocinèse*, les signes effectifs d'une organisation distributive assimilable à de l'intelligence. Ce sont des phénomènes d'attraction ou de répulsion toujours identiques, rapprochant ou éloignant des parties de cellules. Et, pourtant, je me prends à songer que les mouvements de matière qui se produisent à l'intérieur de la cellule, sont une sorte de sélection, de triage, et partant, en somme, une opération d'intelligence. Cela me paraît surtout évident dans les mouvements très réguliers et typiques qui naissent dans les ovules par le fait de leur fécondation. Il y aurait là le premier indice d'une véritable *intelligence interplastidulaire* présidant aux rapports entre les unités constituantes ou plastidules de la cellule.

L'intelligence interplastidulaire apparaît avec toute netteté dans les infusoires supérieurs, et voici comment. On sait qu'il est, à côté des protozoaires immobiles, à côté de ceux dans lesquels les forces intérieures provoquent des mouvements localisés au lieu du choc (mouvements irrita-

tifs du protoplasma), à côté des cellules que les forces entraînent en un mouvement de masse ou tropisme, à côté, enfin, des êtres unicellulaires animés de mouvements spontanés toujours identiques à eux-mêmes; on sait, dis-je, qu'il est des infusoires doués des expressions les plus diverses. Ces animaux vont et viennent en tous sens; on les voit, dans le champ du microscope, avancer, reculer, marcher à gauche et à droite, tâter d'un objet et s'y arrêter ou bien s'en éloigner. Tant de manifestations différentes sont la preuve indéniable d'une utilisation variée et partant d'une distribution non moins variée des émotions qui animent ces êtres. Les infusoires supérieurs sont donc, non seulement animés, ainsi que toutes les cellules vivantes, mais encore ils sont doués d'une organisation intellectuelle développée qui assure à la force des emplois divers. Ce n'est point présumer sottement, que d'affirmer l'existence, dans leur intérieur, d'une disposition des plastidules analogue à celle des cellules et des fibres dans le système nerveux des êtres pluricellulaires.

Cette affirmation marque le terme de ce que nous savons, à cette heure, de l'intelligence interplastidulaire, et il est réservé aux investigations microscopiques de l'avenir d'en analyser le mécanisme. Quant à nous, nous ne pouvons qu'effleurer un pareil thème et nous en rapporter à la lumière des faits plus facilement abordables qui appartiennent au domaine des relations intercellulaires.

L'intelligence entre les cellules.

Après les protozoaires unicellulaires, la science décrit, dans les « métazoaires », des colonies ou associations de cellules groupées en individus. Les plus élémentaires sont dénuées ou presque dénuées de variété dans leurs mani-

festations expressives, et sont donc certainement très inférieures en intelligence ; puis cette faculté va en progressant, et il est possible d'en marquer pas à pas les étapes. Elle a, pour premier point de départ, les différenciations qui ne tardent pas à s'établir entre les cellules suivant leur position dans la colonie et les modifications de structure et de fonctionnement qui en sont la conséquence.

Les premières différenciations cellulaires se résument, au point de vue où nous sommes placés, à trois : 1° à la surface, les *épithéliales*, exposées aux impressions directes de l'extérieur, agents naturels de collection et de transformation des forces externes ; 2° dans la profondeur, les *musculaires*, qui, ayant reçu ces impressions du dehors après leur transformation, en élaborent les effets sous forme de mouvement ; 3° enfin, les *nerveuses*, intermédiaires entre les précédentes.

Il faut relire, dans Ranvier (1), les pages remarquables consacrées à ce sujet. C'est d'abord, comme dans l'hydre d'eau douce, où elle fut démontrée par Kleinenberg, la différenciation dans un même élément histologique : une partie capable de se mouvoir se sépare des autres, et l'on a une cellule à la fois épithéliale dans une de ses parties, nerveuse dans une autre et motrice enfin. C'est ensuite la différenciation des trois cellules à noyaux distincts : la cellule épithéliale, la cellule nerveuse et la cellule motrice. Puis c'est la multiplication des cellules intermédiaires que l'on vient d'appeler *cellules nerveuses*, et leur formation en un groupe, le *ganglion nerveux*. C'est, enfin, la différenciation très élevée qui apparaît avec les mollusques supérieurs et existe chez tous les vertébrés : des parties de ganglions se détachent et s'écartent de leur siège primitif

(1) L. Ranvier, *Leçons sur l'histologie du système nerveux*, t. I, p. 10. Savy, éditeur, Paris, 1878.

pour entrer en communication avec d'autres expansions semblables ; le système nerveux central est né.

Pour nous qui considérons ici les faits morphologiques au point de vue exclusif de leur application mécanique intellectuelle, nous indiquerions comme suit les faits saillants de cet aperçu.

Nous noterions, en premier lieu, la distinction, une fois faite des cellules épithéliales d'avec les cellules motrices, leur mise en contact sous forme d'*arborisation* par lesquelles un même courant émotionnel se peut diviser et répartir à plusieurs cellules.

Nous marquerions ensuite l'apparition des premières cellules intermédiaires nerveuses, et, avec elles, l'entrée en jeu des *foyers intellectuels*.

Nous signalerions enfin la formation, parmi ces foyers, de groupements ganglionnaires destinés à relier, par des dérivations, les émotions nées en des points éloignés.

Trois fonctions intellectuelles répondent à cette triple organisation représentant les opérations fondamentales de l'intelligence qui font l'objet de cette étude :

1° La distribution ou *intellection* des courants nerveux suivant leur tension respective et les résistances qu'ils rencontrent ;

2° Leur *amplification* aux dépens des foyers qu'ils traversent ;

3° Leur *dérivation* enfin.

II

LE MÉCANISME INTELLECTUEL DE DISTRIBUTION OU INTELLECTION.

Théorie diélectrique de l'intellection.

Le premier fondement de l'intelligence est, suivant la définition qui en a été donnée, le fractionnement et le partage des émotions, ou leur intellection. Le mécanisme nous en est apparu en analysant les phénomènes de la couleur, et c'est à l'étude qui en a été déjà présentée que nous devons surtout recourir pour l'exposer.

Que l'on veuille bien se remettre en mémoire tout d'abord le chapître où a été établie la gamme des couleurs appelée *hauteur de ton*, puis celui où l'on en a interprété le mécanisme, l'assimilant à la tension des forces; enfin, l'exposé des teintes ou gammes des relations de hauteur, où l'on a montré tout d'abord le partage des courants émotionnels d'après leurs tensions respectives et la résistance des voies qu'ils traversent. Le partage des émotions visuelles est un type dont la généralisation s'impose, car la force nerveuse est une, qu'elle soit excitée par la lumière ou par toute autre cause externe ou interne. On est donc invinciblement conduit, par l'analogie ou par le raisonnement, à expliquer l'intellection du courant nerveux émotionnel par le fractionnement du courant en ses divers degrés de tension, et le partage de ceux-ci entre les fils diversement résistants des réseaux intercellulaires nerveux.

On qualifie *dioptriques* les faits qui concernent le passage de la lumière à travers les corps, et *diathermanes* ceux qui concernent le passage de la chaleur; ceux de

l'électricité peuvent être appelés, par analogie, *diélectriques*. Ce terme étant admis, nous disons que le mécanisme de la séparation intellectuelle des courants nerveux a son explication dans la différente *diélectricité* des filets nerveux dont se composent les réseaux intercellulaires, et cette interprétation doit être appelée la *théorie diélectrique de l'intellection*. Elle a pour formule, nous le répétons, le partage des tensions entre les fibrilles nerveuses suivant les résistances qu'elles opposent.

Pour bien faire saisir la nature et la portée de ce mécanisme, je vais, au risque de me répéter, rappeler ce qui en a pu être surpris dans la rétine.

Application de la théorie à la rétine.

Considérons la planche suivante déjà figurée et représentant une coupe histologique de rétine. Le neurone initial y est représenté par la cellule qui débute en forme de cône ou de bâtonnet et se continue en un filet à terminaisons arborescentes perdues dans le lacis du plexus basal.

Le neurone terminal y est représenté par la grande cellule multipolaire, dont on doit provisoirement négliger la continuité avec le nerf, pour ne considérer que ses expansions rétiniennes dans le lacis du plexus cérébral.

Entre deux sont les cellules interplexiques ou « grains » à expansions bipolaires dirigées dans les deux sens et prenant contact, d'une part, avec les expansions du neurone initial ; d'autre part, avec celles du neurone terminal. (Pour la cellule unipolaire, voir p. 114.)

Ces prémisses anatomiques étant posées, je rappelle à nouveau un fait important de la physiologie : les perceptions lumineuses de plus petite dimension, correspondant à un champ rétinien plus étroit que le bâtonnet lui-même,

sont reconnues avec la hauteur qui leur est propre. Il en résulte nécessairement qu'un même bâtonnet fournit indifféremment des impressions de hauteurs différentes. Or, cela n'est possible que par un triage des émotions dont il est le siège.

Je rappelle aussi la transformation de la force lumineuse en force électrique (courants d'Holmgren) par décomposition chimique des photopsines épithéliales et l'action très diverse des différentes radiations ayant pour résultat la production d'une électricité différente, non seulement en

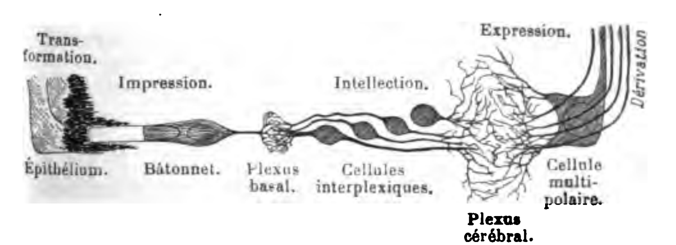


Fig. 18. — Intelligence rétinienne.

quantité, mais aussi en tension. La lumière bleue décolorant le pourpre rétinien (la plus connue des photopsines) avec grande rapidité, on en peut inférer que les courants provoqués par elle, grands en intensité, sont de faible tension ; la lumière jaune ayant une action beaucoup plus lente, ses courants peuvent être supposés supérieurs en tension ; la lumière rouge, d'action photochimique plus lente encore, produirait des courants de haute tension.

Qu'il y ait des différences entre les épaisseurs et les longueurs des fils ou expansions terminales des neurones, ou que les contacts entre les terminaisons du neurone initial et celles des neurones intermédiaires soient plus ou moins intimes, il en résulte inévitablement que les cou-

rants différents de tension doivent suivre des voies différentes. Aux fils courts et épais incombe nécessairement le rôle de transmettre tout entiers, sinon exclusivement, les courants abondants, mais de faible tension, produits par la lumière bleue ; aux fils moins épais et moins courts appartiennent en majorité les courants moindres, mais de tension plus élevée de la lumière jaune ; les fils minces et longs, enfin, ne livrent passage qu'aux courants de tension extrême produits par la lumière rouge. Ainsi se trouvent suffisamment sélectés dans l'émotion primitive, trois courants distincts aptes à transmettre trois émotions distinctes.

Interprétation générale de la théorie.

N'apparaît-il pas qu'en l'analyse qui vient d'être faite, est contenue la philosophie même de l'intellection ? Voici un seul et même organe de l'impression, le cône *rétinien*, qu'impressionnent indifféremment toutes sortes de lumières et qui, l'intelligence étant supposée absente, doit transmettre son émotion avec les seules différences d'intensité.

Il y avait un moyen détourné de faire que chaque cône ne transmît qu'une seule espèce de lumière, c'est de le masquer lui-même par une substance colorée absorbant les radiations lumineuses à l'exclusion d'une seule. Il n'aurait livré accès qu'à une espèce de radiation, et le cône aurait été spécialisé à l'impression unique de cette radiation-là. C'eût été déjà une intellection, un triage des impressions, mais combien inférieur : chaque point de rétine se fût trouvé aveugle à tout rayon étranger à sa couleur, et la distinction des objets en eût été rendue bien moins aiguisée. Ce procédé a été mis en œuvre dans la rétine des

oiseaux, où l'on trouve, à la base des cônes, interposés entre eux et la lumière, des globes absorbants teintés de diverses couleurs.

Le mécanisme qui trie les tensions des courants électriques nés de l'impression de la lumière, autrement dit le mécanisme nerveux diélectrique de l'intellection, permet, lui, qu'un même élément serve à toutes les lumières, qu'il en différencie ensuite les espèces et en transmette isolément les effets différents. Il est comparable à ces appareils perfectionnés de l'industrie moderne qui trient les substances contenues dans la matière première et n'en rejettent aucune, les sachant toutes utiliser.

Le rôle de la première intellection nerveuse apparaît ainsi d'utiliser une même surface sensorielle extérieure à plusieurs fins. Il est d'enrichir le domaine de l'impression.

Généralisez maintenant la théorie qui vient d'être exposée et l'appliquez à l'expression comme à l'impression, comme aux foyers intermédiaires, il en résulte des divisions multipliées presque à l'infini : un mécanisme diélectrique d'intellection remarquablement complexe et varié où il y a certainement place pour toutes les subtilités que notre propre intelligence personnelle nous apprend journellement à connaître.

III

LE MÉCANISME INTELLECTUEL D'AMPLIFICATION NERVEUSE.

Les foyers nerveux.

Il a été établi antérieurement (p. 214), quand on a expliqué le mécanisme de la propagation émotionnelle, que l'émotion s'accroît, chemin faisant, de forces nouvelles

puisées aux éléments mêmes qu'elle parcourt en les allumant. Toute progression de l'onde nerveuse est donc synonyme d'amplification et ce phénomène lui est inhérent aussi bien qu'au courant qui circule dans une chaîne électrolytique industrielle.

Mais on distingue, dans les éléments histologiques du système nerveux, la fibre et le corps de la cellule. Ce dernier, plus volumineux, fournit nécessairement, sinon un grand surcroît de tension, du moins une quantité de force plus grande à l'égal d'un accumulateur de poids plus élevé; il est au premier chef le lieu amplificateur et en même temps producteur de la force nerveuse.

Le corps de la cellule représente en un mot le *foyer* par excellence de la force nerveuse.

Suivant leur position dans l'organisme, les *foyers* nerveux ont des rôles différents et doivent être distingués en *foyers* d'impression, d'expression et d'intellect.

Foyers de l'impression.

Considérons la rétine, à laquelle nous aimons à revenir tout d'abord, quand il y a lieu de chercher un exemple connu. On y a noté l'existence de neurones initiaux assez volumineux, à expansion bacillaire unique (les cônes et les bâtonnets), en contact immédiat avec l'épithélium, tandis que l'extrémité opposée, d'abord effilée, se fond ensuite en une large arborisation dans le premier réseau fibrillaire rétinien.

La force électrique, allumée dans l'épithélium par la lumière, actionne les neurones initiaux de façon immédiate, et bien évidemment sans aucune sélection, vu l'absence de tout intermédiaire capable de l'effectuer. Les neurones initiaux sont donc le siège de première impres-

sion nerveuse, succédant à l'impression lumineuse de l'épithélium. Cette impression est la surcharge ou l'émotion d'un *foyer* préexistant, recueillie et amplifiée par ce *foyer*, qui doit être défini *un foyer d'impression nerveuse.*

De pareils organes d'impression seront retrouvés partout à la surface du corps et nous en verrons l'histoire dans la suite immédiate de ce livre.

Foyers de l'expression.

Considérons la rétine près de sa face opposée à l'épithélium. Il y a été noté l'existence de neurones plus volumineux encore que ceux dont on vient de rappeler la fonction : les grandes cellules multipolaires, analogues aux cellules géantes des cornes antérieures de la moelle. Peut-être se souvient-on encore du rôle qui leur incombe dans la couleur. On sait qu'ils réfléchissent un courant nerveux d'équilibration qui constitue le phénomène des contrastes, et c'est là une sorte particulière d'utilisation expressive.

Les cellules géantes de la moelle ont un rôle plus simple à saisir. Elles projettent, on le sait, leur prolongement axile par la voie des nerfs jusque dans l'intimité des cellules contractiles qui composent les muscles. Une émotion leur étant transmise, elles l'accueillent et l'amplifient pour l'éteindre dans le muscle en une transformation motrice.

Equilibrantes ou motrices (elles ont communément l'une et l'autre fonction), les grandes cellules multipolaires recueillent les émotions qui leur sont transmises et les amplifient pour les exprimer soit sous la forme de sensation, aux destinées plus lointaines, soit plus simplement sous la forme de contractions musculaires. De façon ou

d'autre, elles expriment les résultats des opérations intellectuelles qui vont être examinées : elles sont des organes et plus exactement des foyers d'expression nerveuse.

Foyers de l'intellect.

Enfin il est, entre les deux ordres de neurones dont l'existence vient d'être rappelée, une catégorie particulière de cellules disposées en plusieurs couches beaucoup plus petites et plus nombreuses que les précédentes, séparées d'elles de part et d'autre par de puissantes arborisations unies en un réseau ou *plexus*, et dont les pareilles se retrouvent avec de légères variantes de forme dans toutes les localisations intellectuelles : les « cellules interplexiques » ou les « grains ».

Interposés entre l'impression et l'expression, séparés de l'une et de l'autre par la double barrière d'un chevelu touffu, ces foyers sont atteints par l'onde nerveuse, soit directe, soit en retour, sectionnée et divisée en raison des tensions et des résistances. Emprisonnés dans le réseau fibrillaire auquel incombe l'intellection, ils sont condamnés, de par leur position même, à un rôle déterminé, celui d'être les *foyers de l'intellect.*

Quel est ce rôle ?

Tandis que les fibrilles émanées des *plexus*, et ayant recueilli chacune une part minime de courant se bornent essentiellement au rôle sélecteur et propagateur, les corps cellulaires, eux, placés sur la ramification de courants infimes en sont allumés et donnent naissance chacun à un dégagement de force proportionné à leur volume. C'est donc armée d'une puissance nouvelle que l'émotion, d'abord amoindrie par son extrême dissémination, puis renforcée à l'intérieur des foyers, va les quitter, prête dé-

sormais à de nouvelles divisions et à de lointaines pérégrinations. Le rôle des foyers de l'intellect est, en amplifiant les courants, d'assurer une quantité de force suffisante aux opérations intellectuelles.

Il y a plus encore. Je remarque que les foyers intellectuels représentent, dans la rétine et ailleurs, la grosse masse cellulaire. Sans connaître exactement les chiffres proportionnels, je sais ne pas exagérer en affirmant un rapport de 1 à 5. Une pareille constatation est grosse de conséquences, car elle comporte en elle cette vérité : l'intellect est le maître-foyer de la pensée.

On doit le comparer au foyer central de la machinerie dans la grande industrie moderne, celui qui dans un bateau fait cheminer. A côté de lui, il y a les petites machines accessoires de l'impression qui aident à la manœuvre des leviers et des machines accessoires plus puissantes, servant à des travaux divers d'exécution (manœuvre des ancres, etc.) comparables aux foyers nerveux de l'expression. La grosse chaudière est néanmoins l'âme de l'œuvre; et il en est de même des foyers intellectuels que nous considérons.

Supposons, pour terminer cet exposé, une individualité psychique ramenée à ses plus stricts éléments (il serait aisé d'en rencontrer dans les animaux inférieurs), composés, ainsi que la rétine, d'organes de première impression, d'immédiate expression et d'intellect; il apparaît maintenant avec toute évidence où en est le foyer capital : dans les cellules interplexiques ou grains, foyers de l'intellect, haut placés en dignité mécanique, siège focal par excellence de la force nerveuse, siège de l'âme.

Cette formule peut être généralisée, car en réalité, on verra une même organisation s'imposer à l'être le plus complexe, supérieur seulement par les dérivations mul-

tiples qui viendront se greffer sur le foyer central. Elle devient la vérité déjà accréditée par la sagesse universelle : « Le siège de l'âme est dans les foyers de l'intelligence. »

IV

LE MÉCANISME INTELLECTUEL DE DÉRIVATION NERVEUSE.

Des foyers considérables de l'intelligence sont branchés sur les courants primitifs, ou, comme on dit en électricité, placés en dérivation. La démonstration en est fournie par l'anatomie microscopique et par l'expérience.

Démonstration microscopique.

La microscopie de la rétine, qui nous est devenue maintenant familière, doit encore nous servir d'exemple anatomique. Considérons dans la figure de la page 247, le réseau fibrillaire appelé *plexus cérébral*, expansion du puissant foyer intellectuel des cellules interplexiques. Deux ordres de fibres en émergent : les unes se rendent directement au nerf optique et par lui au cerveau, les autres vont aux grandes cellules multipolaires et sont par leur intermédiaire, elles aussi, en communication avec le nerf optique et le cerveau. Le nerf optique se trouve donc composé de deux ordres de fibres mises en contact dans le cerveau par les mille relations plus ou moins directes ou indirectes que nous étudierons; elles forment, ainsi que les éléments avec lesquels elles s'abouchent, l'ample dérivation cérébrale greffée sur le foyer intellectuel rétinien.

La même démonstration pourrait être fournie dans la moelle épinière, où les colonnes ascendantes des cordons

postérieurs avec les colonnes descendantes des cordons antérieurs représentent les amorces d'une non moins ample dérivation cérébrale, et ailleurs encore, mais il est inutile d'insister, ce sujet devant être mieux éclairci par les chapitres suivants.

Démonstration expérimentale : courts-circuits et phénomènes inverses.

Mais il ne suffit pas de prouver histologiquement les dérivations, il faut surtout en démontrer expérimentalement l'existence. Or, je prétends que la preuve d'une dérivation de courant est fournie toutes les fois que sa suppression se trouve augmenter d'une quantité appréciable la puissance du courant direct, ou que son expansion, par un surcroît de résistance, diminue cette même puissance.

Que se passe-t-il en électricité quand on supprime par un « court-circuit » les dérivations ? Le courant en retour présente tout à coup un accroissement de puissance, et l'on voit une étincelle se produire, ou même les conducteurs être réduits en fumée. Quelque chose d'analogue doit se présenter dans le système nerveux si la théorie des dérivations intellectuelles est exacte. On ne verra pas d'étincelle, et il ne faut pas s'y attendre, étant donné la teneur minime des courants nerveux ; on n'observera pas davantage de volatilisation des organes, mais, en revanche, il est fort possible qu'une dérivation supprimée augmente d'une façon sensible les effets physiologiques du courant primitif. C'est ce qui a lieu en réalité et qu'il va être facile de démontrer expérimentalement, non pas dans la rétine, mais dans toutes les intelligences à expression motrice immédiate.

Et que se passe-t-il en électricité quand on introduit

dans un courant une dérivation nouvelle; qu'on lui emprunte, pour une lampe, une sonnerie, un moteur, une part de force, ou même que l'on place sur cette dérivation des foyers producteurs de sens contraire? On accroît les résistances et le courant ultérieur est diminué de puissance. Le même phénomène a lieu dans le système nerveux, et il va en être présenté des preuves.

Je prends tout d'abord pour exemple l'intelligence cardiaque dont l'existence est bien connue de tous les physiologistes. Les contractions du cœur obéissent à une intelligence locale située dans les éléments nerveux de l'organe lui-même. Elles obéissent aussi à d'autres foyers plus haut placés dans des dérivations encéphaliques. Voyez ce qui va arriver si l'on supprime ces dérivations par la section du nerf pneumogastrique : le cœur se met à battre en mouvements accélérés. Et voyez aussi ce qui arrive si l'on augmente les résistances par l'excitation électrique du même nerf, c'est alors un ralentissement du cœur que l'on observe.

Un autre exemple est celui des mouvements des membres appelés *réflexes médullaires*, dont l'intelligence siège dans la moelle épinière : les déplacements qui succèdent aux chatouillements, picotements et autres irritations cutanées. Qu'arrive-t-il lorsque, par une section de la moelle, on supprime les dérivations cérébrales de l'intelligence spinale, tout aussitôt les réflexes sont accrus; si l'on touche seulement la peau, le membre est retiré d'une façon brusque et exagérée. L'effet contraire a lieu lorsque la communication, étant intacte avec le cerveau, l'animal résiste aux réflexes, et cela est si vrai, que l'on a pu voir des hommes tenir, sans sourciller, leur main tendue sur la flamme ardente.

En résumé, l'accélération et l'exagération des réflexes

moteurs produites par certaines sections nerveuses doivent être interprétées comme un phénomène de court-circuit établi entre l'impression et l'expression; de même le ralentissement des réflexes produit par l'excitation des foyers nerveux supérieurs répond à un accroissement de résistance sur le parcours de la dérivation. Tous deux sont à considérer comme la démonstration des dérivations de l'intelligence.

Combien cette théorie n'éclaire-t-elle pas d'un jour tout nouveau les interprétations anciennes: celles qui nous ont valu les nerfs d'arrêt des frères Weber, les centres modérateurs de Setschenow, les inhibitions enfin de Brown-Séquard, et aussi les interférences de Cl. Bernard (1). Le grand physiologiste comparait très judicieusement aux extinctions des interférences lumineuses des effets que nous attribuons, nous aussi, au déploiement d'une activité interférente placée sur le parcours des dérivations intellectuelles!

Conclusion.

L'intelligence est faite des opérations de la pensée intermédiaires entre l'impression et l'expression. Elle consiste en la répartition des courants dans le système nerveux d'après la loi des tensions et des résistances, et dans leur amplification par les foyers allumés incessamment le long de leur parcours.

Les foyers de l'intellect représentent le gros œuvre de cette organisation que complètent les foyers accessoires de l'impression et de l'expression. Toute intelligence suppose l'association de ces trois éléments, et notre tâche va

(1) Claude Bernard, *Leçons sur les appareils terminaux des nerfs dans les muscles de la vie organique*, p. 170.

être d'en poursuivre la localisation et les groupements divers dans l'organisation des animaux supérieurs, tels que l'homme.

Ces localisations doivent être divisées comme suit :

1° Les intelligences primaires ou des réflexes;

2° L'intelligence supérieure ou de la connaissance.

CHAPITRE II.

DES INTELLIGENCES PRIMAIRES.

Nous appelons *intelligences primaires* les intermédiaires intellectuels les plus courts et les plus directs entre l'impression et l'expression, ceux qui ont pour résultat ce que l'on appelle des *réflexes.*

Les réflexes sont le nom par lequel on désigne les mouvements et les sensations, lorsque, indépendants des opérations supérieures de la pensée, ils succèdent à l'impression de façon rapide à la manière dont sont réfléchis les rayons lumineux par les miroirs. Les contrastes des couleurs sont le type déjà connu des sensations réflexes; la contraction pupillaire sous l'influence de la lumière est un type de réflexe moteur. Mais notons bien qu'il n'y a pas, au point de vue nerveux, de différence essentielle entre les deux ordres de réflexes : mouvements et simples sensations sont les produits de courants identiques ; nés souvent d'un même neurone, ils appartiennent communément à toutes les intelligences. M. Ranvier l'a déjà dit il y a fort longtemps : il n'y a pas de cellules nerveuses exclusivement motrices.

Laissant donc de côté la division en sensations et mouvements réflexes qui n'a pas de portée fondamentale à cette place, nous diviserons logiquement le sujet en trois parties :

1° Les intelligences primaires proprement dites ;

2° Les intelligences annexées à l'impression ;

3° Les intelligences annexées à l'expression.

I

INTELLIGENCES PRIMAIRES PROPREMENT DITES.

Les intelligences primaires de cet ordre sont les appareils nerveux liés directement, d'une part, à l'impression première, et, d'autre part, non moins directement, à l'expression ultime dans ses deux formes motrice et sensorielle. On en connaît deux groupes localisés : l'un dans les ganglions accolés aux viscères et aux vaisseaux contractiles, l'autre dans la colonne nerveuse enfermée à l'intérieur du rachis, la moelle épinière.

Intelligences ganglionnaires viscérales et vasomotrices.

Les mouvements des canaux vasculaires et ceux des viscères en général, expressions les plus infimes en apparence de la vie végétative, obéissent tous à un mécanisme d'innervation dont le jeu fait reconnaître aisément des signes indéniables d'opération intellectuelle.

Or, il existe au voisinage des vaisseaux et des viscères, et aussi dans l'épaisseur de leurs parois, des agglomérations de cellules nerveuses que l'on appelle *ganglions*, et plus spécialement *ganglions nerveux*, pour les distinguer d'organes semblables en apparence, mais entièrement différents, les ganglions lymphatiques. Ces agglomérations sont les foyers nerveux intellectuels primaires incontestés des mouvements vasculaires et viscéraux : ils reçoivent les courants de l'impression et commandent à l'expression. Un exemple doit suffire à la démonstration, celui du cœur, dont l'innervation a fait l'objet d'études cent fois confirmées et aujourd'hui incontestées.

Rappelez-vous cette expérience de physiologie élémentaire consistant à séparer le cœur vivant de toutes ses attaches nerveuses ; on sait qu'il n'en continue pas moins ses pulsations rythmiques. Cela suppose l'existence, dans le cœur même, d'une innervation complète.

Le sang, lorsqu'il vient à remplir la cavité ou telle autre excitation périphérique corollaire de celle-ci, fournit l'impression. Cela suppose des organes capables de transformer l'excitation en courant nerveux et des appareils nerveux aptes à en subir les premières atteintes émotionnelles.

L'existence d'organes nerveux d'expression est non moins évidente, car les contractions du cœur mis à nu ont lieu dans toute l'épaisseur du muscle à la fois, et non pas seulement en des points isolés, dans des fibres musculaires qu'on pourrait supposer directement excitées. Si les contractions sont générales, c'est qu'elles sont soumises à des excitations indirectes, telles que seuls les courants nerveux en peuvent fournir.

Enfin, l'intellection est non moins évidente si l'on songe au rythme des pulsations. Celui-ci exige un intermédiaire élaborateur des effets de l'impression.

Pour représenter ces diverses fonctions, il existe dans le cœur au moins deux sortes de cellules nerveuses différentes : les cellules en spirales et les cellules fusiformes. Ces dernières sont particulièrement abondantes dans les ganglions de Bidder, et ont, d'après Ranvier, un rôle évidemment différent des autres, parce que de leur conservation ou de leur destruction dépend la persistance des mouvements ventriculaires (1). Mais il n'est pas possible de différencier quels peuvent être leurs attributions res-

(1) Ranvier, *Traité technique*, première édition, p. 845, note.

pectives. L'histologie ne nous a pas encore renseignés suffisamment sur les rapports de chacune d'elles avec le réseau de fibrilles nerveuses où se confondent les origines des foyers de l'impression et les terminaisons des foyers de l'expression.

J'ajoute que les ganglions cardiaques sont en relation avec la chaîne nerveuse encéphalo-rachidienne par les filets nerveux du nerf vague et du sympathique qui en représentent les dérivations. Les dérivations sont prouvées par les modifications que ces nerfs excités ou sectionnés apportent aux mouvements du cœur (voir à ce sujet ce qui a été dit à la fin du chapitre précédent).

Intelligences médullo-spinales.

Moelle épinière.— La moelle épinière est formée, indépendamment des colonnes fibrillaires antérieure et postérieure, dont il sera question chemin faisant, des racines et cornes postérieures gauche et droite, des racines et cornes antérieures gauche et droite.

Les racines postérieures appartiennent aux *cellules de l'impression tactile.* Nés à la surface du corps, ces neurones suivent le trajet des troncs nerveux à l'état fibrillaire ; ils ne trouvent leur noyau qu'au moment d'entrer dans la moelle, dans l'épaississement de la racine postérieure que l'on appelle le *ganglion rachidien.* Le ganglion rachidien ou *spinal* représente donc une agglomération des foyers de l'impression tactile. La fibre nerveuse périphérique représente un bâtonnet rétinien démesurément allongé ; la fibre centrale, beaucoup plus courte, pénètre dans la moelle pour s'y arboriser et entrer en contact avec les cellules des cornes postérieures.

Les *cornes postérieures* sont faites de substance grise

composée de cellules, petites comme les grains de la rétine; elles s'en distinguent par une forme multipolaire. En contact par leurs arborisations, en arrière, avec les organes de l'impression tactile, et en avant avec ceux de l'impression motrice, les cellules des cornes postérieures représentent évidemment des *foyers intellectuels*.

Les *cornes antérieures*, enfin, de substance également

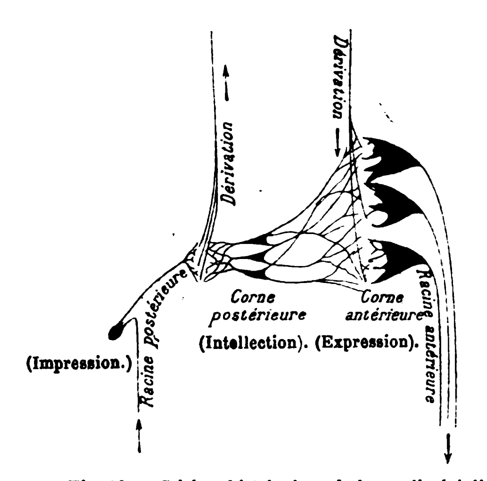


Fig. 19. — Schéma histologique de la moelle épinière.

grise, sont composées de cellules géantes multipolaires analogues aux grandes cellules de la rétine. En contact, en arrière, avec les foyers intellectuels, elles jettent en avant chacune un prolongement axile ; joint à ceux des cellules voisines, celui-ci va former les racines antérieures de la moelle, se poursuit dans les troncs nerveux et se termine, enfin, sous la forme de plaques nerveuses dans l'épaisseur des muscles. Les cellules géantes des cornes antérieures sont les *foyers de l'expression motrice*.

Mais nul ne saurait méconnaître qu'une onde nerveuse, entrée par l'une des nombreuses arborisations postérieures dans la cellule géante multipolaire, doit s'y propager en tous sens. Non seulement elle alimente l'expression motrice, mais elle est aussi réfléchie en arrière dans ceux des foyers intellectuels qu'a épargnés l'impression. Cette déduction d'un raisonnement simple, et, me semble-t-il, irréfutable, attribue finalement aux cellules dites *motrices*, des cornes antérieures, le rôle important de rétablir l'équilibre entre les foyers intellectuels des cornes postérieures; elle en fait, à côté de foyers d'expression motrice, qui est leur fonction déjà connue, des *foyers d'équilibration nerveuse*, une autre modalité de l'expression.

Des expériences simples montrent le fonctionnement du mécanisme dont on vient d'exposer l'architecture :

1° La qualité d'organes *impressionnels*, afférente aux racines postérieures, est prouvée par le résultat de leur excitation et de leur sectionnement : l'excitation produit la sensation, et le sectionnement insensibilise la surface du corps.

2° La qualité d'organes de l'*expression*, afférente aux grandes cellules multipolaires, est prouvée de même. Leur excitation provoque la contraction musculaire, et leur destruction, la paralysie.

3° Enfin, la qualité *intellectuelle* des cornes postérieures est établie par l'expérience qui consiste à isoler par une double section une tranche de la moelle comprenant la hauteur d'un couple complet de racines antérieures et postérieures. Un attouchement portant alors sur la surface du corps correspondante à la portion de moelle ainsi séparée du voisinage, provoque la contraction réflexe des muscles, et ces contractions présentent une certaine complexité régulière, indice, non pas d'un simple contact, mais d'une véritable intellection.

4° Il resterait à marquer la place des *dérivations cérébrales*. Elles apparaissent très naturellement, d'une part, dans les fibres ascendantes des cordons postérieurs de la moelle, et, d'autre part, dans les fibres descendantes des cordons antérieurs. Les premières, nées au voisinage des organes de l'impression, conduisent les courants dans la masse cérébrale ; les secondes, nées dans le cerveau, en ramènent les courants et les abouchent aux organes de l'expression. Les dérivations elles-mêmes sont rendues évidentes par les expériences déjà rapportées au chapitre précédent : celles qui montrent les réflexes retardés ou même supprimés par l'activité cérébrale, et celles qui montrent ces mêmes réflexes accélérés et augmentés, au contraire, par la séparation de la moelle d'avec le cerveau.

Moelle allongée. — Arrivées à la région supérieure appelée *moelle allongée* ou *bulbe médullaire*, les diverses parties que nous avons appris à connaître dans la moelle se dispersent.

La continuation des cornes antérieures est néanmoins reconnaissable aux noyaux « bulboprotubérantiels » groupés dans le plancher de ce que l'on appelle le *quatrième ventricule cérébral*. Là est l'origine des nerfs moteurs des XIIe, XIe, X^e^, VIIe, VIe, IVe et IIIe paires craniennes, c'est-à-dire le foyer nerveux d'expression pour la plupart des muscles de la région céphalique, cervicale et thoracique.

Les foyers intellectuels correspondants sont, pour une partie certainement, dans les corps quadrijumeaux. (Leur connexion avec les mouvements oculaires est établie par la physiologie expérimentale, et l'on y signale des grains ou petites cellules en abondance.)

Quant aux foyers d'impression, ils ont leur origine à la surface du corps : dans les yeux, dans les narines, dans

la bouche, sur la peau de la face et sur la peau du cou, car il naît, de toutes ces parties, des réflexes qui mettent en mouvement les yeux, la face, la langue, le cou, la poitrine, tous les muscles, en un mot, qu'innervent les nerfs bulbaires.

II

INTELLIGENCES ANNEXÉES A L'IMPRESSION.

Nous groupons dans cet article l'histoire d'appareils intellectuels reliés d'une façon directe aux foyers impressionnels de l'émotion, et indirectement à ceux de l'expression. Nous allons les passer en revue et terminer par un aperçu concernant la physiologie du cervelet, le plus important d'entre eux.

Le bulbe olfactif.
(Fig. 20.)

On sait que les nerfs olfactifs, après être sortis de la muqueuse nasale, avoir traversé la lame criblée de l'ethmoïde et avoir pénétré dans le crâne, vont se perdre dans une saillie des lobes cérébraux que l'on nomme le *bulbe olfactif*. Voici longtemps déjà que Luys et aussi Meynert, avaient, par intuition, comparé cet organe à la rétine avec laquelle la parenté est, en effet, on ne peut plus étroite. J'ajoute que la parenté est non moins étroite avec le cervelet, ainsi qu'il sera démontré dans la suite.

Les organes de première *impression* correspondants des cellules à cônes et bâtonnets de la rétine sont représentés par la *cellule olfactive*, organe cilié situé à la surface de la pituitaire, au milieu des cellules épithéliales, ayant là son noyau, et se prolongeant ensuite en une longue

fibrille à travers la muqueuse et l'os jusqu'au bulbe olfactif.

Les organes de l'*expression* sont représentés par les *cellules mitrales*, grands neurones multipolaires à arborisations multiples faisant face, d'une part, aux organes de l'intellection et se prolongeant, d'autre part, en un cylindre-axe à destination lointaine.

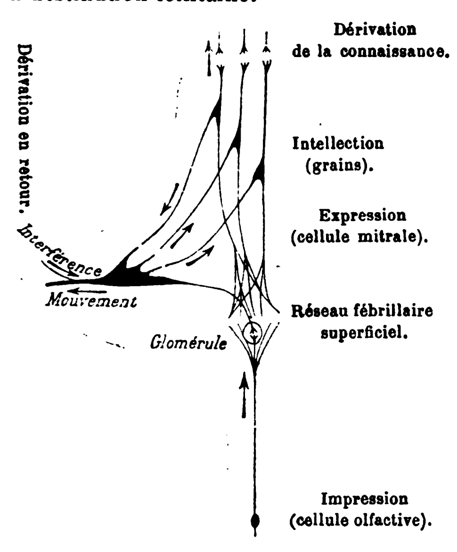


Fig. 20. — Schéma histologique du bulfe olfactif.

Les organes de l'*intellection*, enfin, sont des *grains*, petites cellules de forme généralement triangulaire et à triple arborisation.

Les contacts intermédiaires entre ces divers foyers ont un siège commun placé tout à la surface du bulbe olfactif sous la forme d'un épais *réseau fibrillaire* (couche moléculaire des anciens auteurs).

On doit noter que, contrairement à ce qui a lieu dans la rétine, les grandes cellules de l'expression occupent le milieu entre les deux autres ; elles se trouvent semées dans le réseau fibrillaire, près de la surface de l'organe. Cette disposition paraît résulter de circonstances topographiques particulières qui entraînent les cellules mitrales en bas et en arrière dans la direction de leur prolongement axile, tandis que les grains sont attirés vers le haut dans la direction de l'écorce cérébrale la plus voisine.

Elle paraît aussi résulter du fait à signaler encore : qu'une relation directe, un court-circuit, est établi entre l'impression et l'expression par la voie d'organes spéciaux, les *glomérules olfactifs.*

Suivons maintenant la marche d'une émotion née à la surface de la pituitaire par une impression chimique des cellules olfactives.

Cette émotion rencontre tout d'abord le plexus : elle y est triée en raison des tensions et des résistances en courants de différentes hauteurs (les odeurs) que recueillent séparément les grains, foyers intellectuels de l'appareil.

Les cellules mitrales fonctionnent comme il a été dit, en général, des grands foyers multipolaires et servent en premier lieu à ramener l'équilibre détruit par l'impression dans le champ intellectuel olfactif : l'émotion entrant par une voie sort par toutes les autres, gagne en retour les foyers intellectuels ménagés par l'impression, les allume à son tour et donne naissance aux contrastes de l'odorat.

Les cellules mitrales servent en outre, par leur prolongement axile, à l'expression motrice. Ce prolongement rallie, en effet, les régions profondes au voisinage des noyaux moteurs supérieurs de l'intelligence médullo-spinale. Il noue aussi, nous dit-on, des relations avec l'*écorce* cérébrale (écorce de l'hippocampe) ; nous en verrons tout

à l'heure le rôle probable. Le réflexe moteur le plus connu de cette intelligence est l'éternuement. Peut-être le court-circuit dont nous avons signalé l'existence dans le glomérule joue-t-il un rôle dans son mécanisme. Ce qui me le fait croire, c'est que l'éternuement succède aux excitations mécaniques comme aux excitations chimiques de la pituitaire ; il est indifférent à l'intellection olfactive et peut se passer par conséquent des plexus et des grains.

Tel est le résumé succinct des opérations de l'intelligence primaire de l'olfaction. Il reste à en préciser les dérivations. L'une émane des foyers intellectuels et gagne l'écorce cérébrale immédiatement au-dessus. Là est évidemment le foyer des perceptions harmoniques de l'odorat ; l'autre, la dérivation en retour, coupe au besoin les réflexes par un courant de sens contraire, ou interférent ; elle est représentée logiquement par l'articulation des cellules mitrales avec l'écorce de l'hippocampe signalée ci-dessus.

La rétine.

(Voir fig. 18, p. 247.)

La rétine contient des organes nerveux d'impression : les cônes et les bâtonnets ; elle possède des foyers intermédiaires d'intellection : les grains ou cellules interplexiques, séparés des précédents par un réseau (plexus basal) et séparés des suivants par un autre réseau (plexus cérébral) ; des organes d'expression nerveuse : les grandes cellules multipolaires, dont le cylindre-axe gagne le cerveau par le nerf optique ; enfin des fibres nombreuses qui relient directement le plexus cérébral avec le nerf optique et le cerveau.

Le mécanisme de la rétine longuement étudié antérieurement et déjà rappelé plusieurs fois, est supposé le suivant :

Le courant nerveux de la couleur né par transformation chimique puis électrique de la lumière, impressionne les cônes et les bâtonnets.

L'émotion, divisée et triée en hauteurs ou tensions diverses par les arborisations du plexus basal, gagne les foyers intermédiaires intellectuels et par eux les organes de l'expression.

Des organes rétiniens de l'expression, ou grandes cellules multipolaires, le courant est réfléchi donnant naissance aux sensations de contraste ou d'équilibration.

Des cellules multipolaires, le courant se poursuit aussi directement dans le sens de leur prolongement cérébral et c'est là un point qu'il ne nous a pas encore été donné de discuter. La fin de ce courant me paraît être d'aboutir aux foyers des nerfs moteurs pupillaires, palpébraux et oculaires proprement dits, dont on connaît les nombreux réflexes.

Il reste les fibres qui ont pris leur origine dans le plexus cérébral. Celles-ci seules, assez nombreuses pour un pareil rôle, représentent la voie par où les couleurs sont propagées à la connaissance (à l'écorce cérébrale).

L'analogie avec le bulbe olfactif nous fait admettre enfin un courant de retour émanant de l'écorce cérébrale et aboutissant dans les cellules multipolaires pour en neutraliser l'action motrice.

Ainsi sont représentées les quatre fonctions essentielles et caractéristiques d'impression, d'intellection, d'expression dans ses deux formes, équilibrante et motrice, de dérivation enfin, nécessaires à l'intelligence complète de la vision. On comprendra qu'il ne soit pas insisté plus longuement sur un sujet déjà, semble-t-il, épuisé.

Le cervelet.
(Fig. 21.)

Je considère le cervelet comme une annexe intellectuelle des ganglions rachidiens, du trijumeau facial et de tous les foyers de première impression nerveuse concernant le tact, l'audition et le goût. Il mérite à ce titre une place très importante comme intelligence primaire annexe à côté du bulbe olfactif et de la rétine.

Histologie. — Tous les nerfs du tact conduisent au cervelet : ceux de la face, par la cinquième paire de nerfs craniens, ceux du reste du corps par la moelle épinière.

Le nerf auditif et le nerf gustatif (*glossopharyngien*) y plongent également. Ces nerfs sont les foyers de première impression de l'appareil que nous étudions ; ils ont leurs noyaux pour le tact dans les ganglions rachidiens et dans le ganglion similaire de *Gasser* (trijumeau), pour l'ouïe dans les neurones bipolaires du nerf auditif, pour le goût enfin dans le ganglion du nerf *glossopharyngien*.

Les foyers de l'intellection sont représentés par les *grains* semés d'abord sur le parcours de la moelle dans ce qu'on appelle *la colonne de Clarke*, îlot tout à fait insuffisant complété plus haut par l'ample couche que l'on en rencontre sous l'écorce du cervelet. Ces foyers, représentants de la couche interplexique dans la rétine, sont en contact par leurs arborisations inférieures avec l'impression. Ils émettent, d'autre part, une ample arborisation inverse.

Les foyers de l'expression sont constitués comme toujours, par de grandes cellules multipolaires, *les cellules de Purkinje* à arborisations multiples, d'une part en contact avec celles de l'intellection et émettant d'autre

part un prolongement cylindre-axile à destinations lointaines, cérébrale profonde et cérébro-corticale.

Un abondant réseau fibrillaire (couche moléculaire), situé tout à la surface du cervelet, met en relation les arborisations des grains et celles des *cellules de Purkinje*; il sert en même temps de point de départ à des fibres nombreuses à destination cérébro-corticale.

Marche des émotions. — Considérons une impression tactile, celle des membres inférieurs par exemple. Arrivée aux premières arborisations de la cellule initiale, l'émotion est partagée suivant les tensions et les résistances et répartie entre les grains.

De ce point, l'émotion se déverse dans les grandes cellules multipolaires de *Purkinje*. Le courant qu'elle y allume est propagé dans deux directions : l'une s'en va par le cylindre-axe donner naissance aux contractions musculaires réflexes ; l'autre revient en arrière se déverser en retour dans toutes les voies laissées libres par le courant d'arrivée, rétablir l'équilibre dans le champ de l'intellection tactile, en éveillant les contrastes.

Restent enfin les dérivations : l'une, centripète, conduit des grains à l'écorce du cerveau les émotions une fois triées, pour en éveiller la connaissance; l'autre, en retour, est supposée venir de l'écorce cérébrale, s'aboucher aux terminaisons de la grande cellule multipolaire ; elle est la voie par où la connaissance arrête les réflexes.

Il est évident qu'un raisonnement identique conduirait aux mêmes conclusions concernant la marche des impressions auditives et celles des impressions gustatives et il nous est permis d'en faire grâce au lecteur.

Expérimentation. Interprétation générale. — L'expérience fondamentale qui doit nous renseigner sur le fonctionnement du cervelet est son ablation pratiquée, à

l'exemple de Flourens, surtout sur les oiseaux, parce que ces animaux survivent à l'opération (1).

Les oiseaux ainsi opérés ne présentent ni anesthésie, ni paralysie, mais un défaut d'harmonie des mouvements et

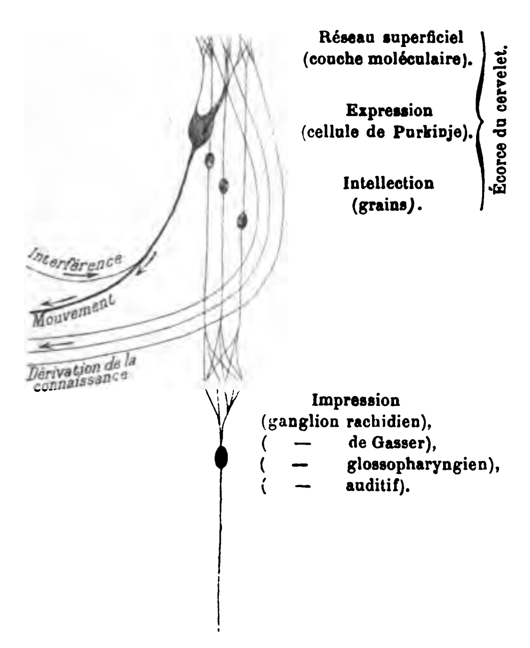


Fig. 21. — Schéma du cervelet.

en particulier un défaut d'équilibre qu'on a appelé *l'ataxie cérébelleuse*. On a l'occasion de l'observer sur l'homme lorsque des foyers morbides produisent la destruction de cet organe.

(1) P. Flourens, *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés*. Paris, 1824, Crevot, éditeur.

L'ataxie est frappante, reconnaissable à l'insécurité de la station verticale, à l'incapacité d'exécuter des mouvements proportionnés; les mouvements dépassent le but ou ne l'atteignent pas, ils sont mal coordonnés et mal équilibrés entre eux. De même le pigeon s'agite d'une façon désordonnée, impuissant à marcher et à voler. On note, en outre, du vertige et, au point de vue mental, dit-on, l'indifférentisme, mais avec conservation entière de la connaissance.

Cette expérience établit tout d'abord le rôle du cervelet comme organe intellectuel annexe, n'intéressant pas directement la connaissance et ne servant pas non plus aux communications directes entre elle et l'impression.

L'expérience affirme ensuite le rôle du cervelet comme ordonnateur et régulateur des réflexes de l'impression tactile. L'ataxie cérébelleuse en est la preuve.

Il n'existe pas de documents expérimentaux directs concernant le rôle du cervelet en ce qui concerne l'ouïe et le goût. Peut-être cependant, faut-il en voir un indice dans l'analogie qui existe entre les symptômes qui accompagnent les lésions du cervelet et les troubles provoqués par les blessures de certaines parties de l'oreille interne, les canaux semi-circulaires. Flourens, à qui l'on doit les premières expériences de ce genre (1), en a été frappé, et nous ne pouvons moins faire que de signaler à notre tour cette coïncidence.

Mais à défaut même de preuves expérimentales, l'anatomie me paraît être un guide sûr, et c'est en m'appuyant en partie sur elle, que je me crois autorisé à cette affir-

(1) Flourens, *Sur les conditions fondamentales de l'audition et sur les diverses causes de la surdité* (*Comptes rendus*, 27 décembre 1824, avec *addition* du 10 janvier 1825 *touchant le phénomène qui suit la section des canaux semi-circulaires*).

mation toute générale : le cervelet est l'organe régulateur des sensations du tact, de l'ouïe et du goût.

Le cervelet est en particulier le siège essentiel de leurs réflexes sensoriels ou *contrastes* et à ce titre le grand facteur de l'équilibration tant sensorielle que motrice.

Annexe de l'intelligence médullaire dont les foyers d'intellection sont bien trop peu nombreux pour expliquer l'affinement du sens tactile, il joue pour le toucher, comme pour le goût et l'ouïe, le rôle intellectuel dévolu pour le sens visuel à la rétine et pour le sens olfactif au bulbe de ce nom.

Puisse cet exposé mettre fin à l'embarras des physiologistes en quête de localisations cérébelleuses exclusivement motrices ou exclusivement sensitives. Le cervelet n'est ni l'un ni l'autre au point de vue de la connaissance ; il est tous les deux à la fois au point de vue des réflexes. Il est, et c'est là sa définition fonctionnelle, équilibrateur de la sensibilité tactile, auditive et gustative, c'est-à-dire l'*équilibrateur par excellence de la sensibilité.*

Beaucoup d'auteurs ont expérimenté, après Flourens, sur le cervelet, et ont écrit à son sujet. Mais nul n'en a grandi la fonction comme le docteur Frédéric Courmont. L'ouvrage (1) de cet auteur est une accumulation d'arguments de fait et de présomption tendant à prouver que le cervelet, en même temps qu'il joue secondairement le rôle que l'on sait dans l'équilibration des mouvements, est, par excellence, le foyer de cette espèce de sensibilité que la psychologie courante des littérateurs oppose en tant qu'irréfléchie et brutalement réflexe aux produits du raisonnement et appelle à tort le *sentiment.* Cette thèse a fait

(1) Fréd. Courmont, *le Cervelet et ses fonctions.* Paris, 1891, F. Alcan, éditeur, in-8°, 600 pages. — *Le Cervelet, organe psychique et sensitif*, même éditeur, 1894, 64 pages.

sourire, parce qu'il n'y a pas, nous le verrons, de réel sentiment sans connaissance, et que le cervelet n'appartient pas à la connaissance. Mais on aurait tort de faire à Courmont une chicane de mots. Équilibrateur presque général de la sensibilité, foyer de contrastes ou réflexes sensoriels du tact, du goût, de l'ouïe, régulateur des réflexes de motricité, le cervelet est, sans contredit, le grand maître de la sensibilité, et Frédéric Courmont, pour l'avoir démontré à sa façon, mérite, dans l'histoire physiologique du cervelet, une place d'initiateur.

L'argumentation de Courmont est fort séduisante. En voici un aperçu que j'emprunte à mes notes :

« C'est une tradition ancienne que celle qui place dans la partie postérieure du cerveau, le siège des facultés affectives : l'école phrénologique s'y est rattachée, mais la phrénologie de Gall était un rêve. Luys a entrevu la vérité; d'autres ont pu la formuler sous forme d'hypothèse.

« Que faisait donc jusqu'ici le cervelet, cet organe si important par son volume, plus riche que le cerveau lui-même en cellules dites *psychiques?* Rien ou presque rien. On l'enlevait, et les animaux, conservant l'intelligence, n'étaient remarquables que par une démarche titubante; d'où l'opinion courante qu'il est un organe moteur. Cette interprétation étonne aujourd'hui, d'autant plus qu'on voit les nerfs sensitifs en majorité y aboutir.

« Eh bien, non ; l'animal et l'homme atteints par le cervelet, qui ne présentent pas, en effet, d'altérations de l'intelligence raisonnante, sont remarquables par l'aberration constante du domaine de la sensibilité intellectuelle. A l'absence du cervelet répond l'apathie, l'absence de toute émotion : cris, tressaillements, marquant la peur et autres. A son excitation correspondent toutes sortes d'observations dans le même domaine. Au contraire, que

le cerveau seul vienne à manquer par malformation, atrophie, ou par le fait de l'expérience, les cris et toutes autres manifestations émotives persistent dans leur intégrité.

« L'ivresse alcoolique, caractéristique par l'exaltation ou par la dépression presque exclusive des fonctions dites de *sentiment*, provoque des altérations du cervelet. Ce fait n'avait pas échappé à Flourens, qui avait même établi un parallèle entre l'animal alcoolisé et l'animal dont il manipulait le cervelet.

« Le nerf auditif plonge en entier dans le cervelet. Or, est-il un sens plus émotif que celui de l'ouïe? Les animaux et l'homme ne manifestent-ils pas l'émotion par le cri : cri de joie ou de souffrance, et la musique n'est-elle pas l'art sentimental par excellence?

« Dans la série animale il est des types dont le cervelet est rudimentaire : les reptiles, les poissons. Ce sont des êtres égoïstes, sans nul souci de leur progéniture, s'entre-dévorant faute de mieux. Les oiseaux, au contraire, qui couvent affectueusement leurs petits et les entourent ensuite de soins, qui se défendent mutuellement au prix de leur vie, qui présentent des exemples de sociabilité extraordinaire, dont plusieurs cultivent le mariage monogamique et donnent même des preuves d'un véritable amour psychique, les oiseaux ont le cervelet déjà fortement développé.

« Chez les mammifères, enfin, on connaît un groupe d'êtres dont le cervelet est extraordinaire : les cétacés. Or, leur histoire abonde en traits d'affectuosité. Non seulement ils pleurent (on dit : « Pleurer comme un veau marin »), mais ils se défendent les uns les autres; les individus blessés sont soutenus et emportés par leurs compagnons. On a vu le mâle suivre, jusqu'au rivage, la femelle harponnée, ne point se laisser rebuter par les coups et s'installer auprès du cadavre tiré sur le rivage.

« L'homme, dont le cervelet est plus développé que celui de tous les animaux, offre, entre les sexes, une différence remarquable. Celui de la femme a été trouvé représenter les 126 millièmes du poids total de l'encéphale, tandis que celui de l'homme n'a donné que 122. On n'ose pas insister, mais on ne peut s'empêcher de rappeler la richesse sentimentale de la femme, telle que l'expérience de la vie nous la montre.

« Le cervelet de Gambetta est considérable, celui de Bertillon, conservé dans le même musée, l'est moins. Les cerveaux de ces deux hommes présentent des rapports inverses. On n'ose pas non plus insister sur ces différences, mais il semble que le remueur d'hommes, l'enthousiaste, ait été remarquable surtout par le cœur, et le statisticien savant et réservé, plutôt par la froide raison.

« Disparu de la poitrine, le cœur semblait évanoui. Il est retrouvé. »

En résumé, et laissant de côté maintenant la très artistique et très savante démonstration de Courmont pour rentrer dans la pure mécanique, je conclus :

L'organe appelé, pour l'importance de son volume, le *petit cerveau*, mérite son nom par l'importance de sa fonction.

A la fois équilibrateur et régulateur annexé aux foyers de première impression, il représente les perfectionnements extrêmes d'un appareil rudimentaire de vulgaire mécanique : la soupape des machines à vapeur.

Cette comparaison suppose une soupape armée d'articles capables de réagir, non pas seulement d'une façon directe sur la pression totale de la chaudière, mais aussi partiellement sur les membres qu'elle manœuvre.

III

INTELLIGENCES ANNEXÉES A L'EXPRESSION.

Les noyaux des hémisphères cérébraux.

Deux expériences de vivisection sont le fondement de cet article. L'une consiste dans l'ablation entière des lobes cérébraux suivant l'exemple de Flourens (1), l'autre dans leur décortication d'après le procédé de Goltz (2). La différence entre leurs deux résultats doit marquer le rôle attribuable aux foyers cellulaires cachés dans la profondeur des lobes cérébraux : les CORPS OPTOSTRIÉS ET LENTICULAIRES. Nous allons y reconnaître une intelligence annexe siège des *instincts*, « mouvements réflexes composés et généralisés » comprenant la marche, les soins élémentaires de la mère à ses petits, les soins élémentaires de l'alimentation, etc.

Ablation des hémisphères cérébraux.

L'ablation des hémisphères cérébraux a été pratiquée sur toutes espèces d'animaux.

La grenouille a l'attitude normale ; elle conserve seulement l'immobilité ; elle ne fait d'autres mouvements que ceux qui sont sollicités par une provocation extérieure ; elle ne mange pas seule et ne cherche pas à saisir les insectes qu'on place à sa portée ; mais si on lui introduit un peu de viande dans le pharynx, elle l'avale immédiatement ; si on lui pince le pourtour de l'anus, elle saute

(1) Flourens, *Recherches expérimentales*, etc., *loc. cit.*
(2) Goltz, *Ueber die Verrichtungen des Grosshirns* (*Arch. de Pflüger*, t. XX).

en avant ou fuit en rampant; placée dans l'eau, elle exécute des mouvements de natation parfaitement coordonnés ; mise sur le dos, elle se retourne. Elle a conservé le sens de l'équilibre ; si on la place sur une planchette et qu'on incline la planchette, dès que l'inclinaison dépasse 45 degrés et qu'elle est sur le point de tomber, elle saute pour se remettre en équilibre ; si l'on passe doucement le doigt sur la peau du dos, entre les épaules, elle pousse un cri, et le reproduit toutes les fois que l'excitation cutanée se reproduit ; enfin, si les nerfs optiques sont conservés, elle évite, en sautant, les obstacles placés au-devant d'elle.

Les oiseaux restent, les yeux fermés, perchés dans l'immobilité la plus complète, sauf les mouvements respiratoires ; si on les irrite, ils ouvrent les yeux, agitent leurs ailes, se remuent un peu, puis retombent dans leur apathie ; jetés en l'air, ils volent ; ils marchent quand on les pousse ; ils ne peuvent manger seuls. Les pigeons ainsi opérés peuvent vivre longtemps si l'on prend soin de les nourrir.

Chez les mammifères, les mêmes phénomènes sont observés, seulement l'opération est promptement suivie de mort.

En résumé, l'ablation des hémisphères cérébraux laisse subsister les réflexes, mais détruit en même temps toute liaison entre eux. La preuve en est que l'effet réflexe d'une impression demeure borné au champ étroit et limité de l'excitation : le sujet avale les corps mis en contact avec son arrière-gorge, mais des aliments étant placés sous ses yeux, avec lesquels il voit pourtant, il ne cherche pas à les saisir.

Décortication des hémisphères cérébraux.

Cette opération consiste à enlever, à l'aide d'un courant d'eau d'une pression suffisante, la substance grise de la couche corticale des hémisphères. Pour cela, on pratique sur le crâne d'un chien deux couronnes de trépan à une certaine distance l'une de l'autre, et on introduit obliquement dans la substance grise une canule de forme particulière par laquelle arrive un jet d'eau sous forte pression. On peut ainsi, en recommençant plusieurs fois l'expérience sur divers points du crâne, *décortiquer* un hémisphère entier et même la presque totalité des hémisphères en conservant la vie de l'animal.

Goltz a constaté les faits suivants sur les chiens dont la surface cérébrale était ainsi décortiquée. La sensibilité paraît diminuée; la motricité, d'abord paralysée, demeure affaiblie. L'animal se comporte comme si tous les objets étaient pour lui dans le brouillard, et comme s'il ne distinguait plus les couleurs, etc., etc. La marche est automatique, les animaux sont paresseux et peu intelligents ; ils ne savent plus retrouver leurs niches, leurs petits.

Conclusion : les noyaux cérébraux, siège des instincts.

En résumé, tandis que, après l'ablation totale des hémisphères, l'animal a été transformé en un automate, dont les organes sont en grande partie indépendants les uns des autres, que le résultat des excitations y apparaît en des mouvements localisés au champ voisin de l'excitation et sans effets ultérieurs; après la décortication, il n'en est pas de même. L'animal, il est vrai, a besoin d'être excité,

il est encore un automate, mais l'impression subie retentit en des réflexes multiples et successifs. Il ne cherchera pas sa nourriture, mais si on la présente à ses yeux, il se lèvera, la viendra prendre, mâcher et avaler de lui-même.

Or, qu'est-ce que des réflexes ainsi enchaînés les uns aux autres, sinon ce que l'on appelle *des instincts?* L'activité des noyaux profonds des hémisphères paraît ainsi nettement déterminée. Elle consiste à lier les impressions à des mouvements multiples, elle aboutit aux réflexes composés, autrement dit aux instincts.

Je fais grâce au lecteur des détails histologiques concernant les noyaux des hémisphères, ne trouvant pas, dans les documents à ma portée, de quoi les intéresser, et je termine en expliquant pourquoi j'ai cru devoir annexer l'appareil des instincts aux intelligences primaires plutôt qu'à l'intelligence supérieure, et à l'expression plutôt qu'à l'impression. D'abord, je me hâte de le dire, cela est sans importance fondamentale. Il m'est indifférent même que l'on préfère donner à l'appareil des instincts une place à part, celle d'une intelligence secondaire, intermédiaire entre les précédentes et l'intelligence supérieure. Cette interprétation, très logique, serait justifiée par l'anatomie comparée. L'anatomie comparée nous apprend, en effet, que, chez les poissons, le mésocéphale occupe la plus grande place et doit probablement appartenir à la connaissance. Il m'est également indifférent que l'on préfère considérer l'appareil des instincts comme étant plutôt un diverticule de l'impression, car, ainsi que je l'ai formellement indiqué, toute intelligence étant un intermédiaire entre l'impression et l'expression, tient nécessairement aux deux.

Mais voici : j'ai joint cet appareil aux intelligences pri-

maires et l'ai écarté de l'intelligence supérieure, parce que les instincts auxquels il préside n'appartiennent guère plus aux foyers de la connaissance que les réflexes élémentaires. Je l'ai placé à l'expression plutôt qu'à l'impression tout simplement, parce qu'ainsi le veulent la symétrie et certaine logique, certain équilibre inhérent aux choses de la nature que notre schéma général de l'intelligence (fig. 22, p. 297) fait ressortir avec netteté.

CHAPITRE III.

DE L'INTELLIGENCE SUPÉRIEURE.

Entée sur les dérivations des intelligences primaires et localisée dans la masse celluleuse corticale des hémisphères cérébraux, l'intelligence supérieure est le poste central où la force nerveuse a établi les foyers suprêmes de son individualité.

On se propose d'en étudier :

1° L'objet ;

2° L'organisation ;

3° Le fonctionnement général ;

4° L'espèce de fonctionnement appelée *sommeil.*

I

OBJET DE L'INTELLIGENCE SUPÉRIEURE : LA CONNAISSANCE.

Un homme vient au cabinet de son médecin, se plaignant, dit-il, de la vue. Remarquez l'embarras avec lequel il décrit son cas : cela lui est venu à telle date plus ou moins brusquement, et c'est à peu près tout ce qu'on peut tirer de lui. Remarquez surtout qu'il ne dit jamais : « Je vois de telle façon, ou bien : « Je vois trouble », ce qui est l'affirmation habituelle des gens qui ont la vue malade. Pour qui a l'habitude du diagnostic, il y a, dans l'allure de ce premier interrogatoire, un indice immédiat que complète bientôt l'exploration ultérieure. Il est facile, en effet, de le

constater : bien que la vision fasse entièrement défaut à toute une partie du champ visuel, le malade n'en a pas réellement connaissance...

Vous avez bien lu : « Pas connaissance ».

De même, lorsqu'un employé manque inopinément dans une direction industrielle ou commerciale, cette direction ignore tout ce qui est dans le rayon de son ressort; ainsi, le poste central de la pensée peut ignorer les lacunes survenues dans son sein.

La connaissance, tel est l'objet de l'intelligence supérieure.

L'émotion de la connaissance ou notion. Instantanéité, subjectivité et objectivité de la connaissance.

Qu'est-ce que la connaissance ?

Nous ne connaissons que les changements de notre individualité. Je connais, par exemple, tout ce qui m'a touché, qui a passé sous mes yeux, a impressionné mon ouïe et mon odorat. Je connais aussi les émotions internes de la réflexion, et je connais, enfin, les actes que j'accomplis. On ne connaît en d'autres termes que des sensations et plus généralement des émotions.

Mais on sait que, connaissance et conscience sont liées d'étroite parenté, ce dont j'ai conscience, je le connais, et ce que je connais j'en ai conscience.

Or, la pensée étant, je le rappelle, une force dont l'émotion représente les variations, la conclusion s'impose : *la connaissance est l'émotion du poste central* répondant aux changements de tension ou de conscience qui s'y produisent.

Ici je m'arrête et me prends à méditer sur cette constatation inattendue : « La connaissance est une émotion. »

Il en résulte que la connaissance, comme l'émotion elle-même, est un rapport. Certes, on le sait dès longtemps, et l'on parle couramment de la *relativité de la connaissance*, mais jamais cette vérité ne m'est apparue sous une forme si péremptoire, ni si précise.

Il en résulte encore que la connaissance, comme l'émotion en général, est un changement, un acte ou une opération. Or, cette opération a un nom dans le langage usuel, celui de *notion*. La notion est l'émotion, ou, si l'on veut, en se plaçant au point de vue de la connaissance elle-même, la sensation dans le domaine de la connaissance.

Comme l'émotion en général, la notion est momentanée, et c'est ce que l'on exprime en parlant de *l'instantanéité de la connaissance*. Sa persistance illusoire ne peut être en réalité que le retentissement de l'émotion sur l'organisme psychique entier, ou l'ensemble des opérations qui ont l'émotion primitive pour point de départ, ou encore le fait des polarisations qui font la mémoire; elle se survit sous cette forme matérialisée et peut être réveillée, ce qui est fort différent de la persistance dans le sens étroit du mot.

Il a été expliqué antérieurement (p. 205) comment les foyers de notre force nerveuse, je veux dire nous-mêmes, sommes actionnés par les autres forces au moyen de leur transformation préalable en force électrique nerveuse. Mais le phénomène de la transformation a lieu à la surface du corps, loin des foyers de la connaissance; ce ne sont donc pas les forces extérieures qui les touchent directement, mais bien les seules émotions nerveuses. Notre foyer central ne connaît qu'une force, la sienne propre, et notre connaissance consiste en des changements de cette seule et unique force. Notre connaissance se borne, en dernière analyse, aux évolutions de notre propre pensée et aux relations entre les éléments ou notions qui la composent.

Quelques développements rendront cette vérité plus accessible; ils nous forcent à empiéter sur le domaine de l'harmonie auquel appartient exclusivement, en réalité, le problème des relations entre les émotions. Nous nous bornerons ici à l'exposé des faits les plus élémentaires.

Nous connaissons, dans la force, des différences qui font la lumière forte et faible, le poids grand ou petit, et d'autres analogues. Rien de cela n'est extérieur, et seules les grandeurs des changements qu'une même force apporte en nous, sont phénomènes de connaissance. Nous connaissons, en d'autres termes, l'intensité de la force à l'amplitude relative de nos émotions.

Nous reconnaissons de même le temps à la succession de nos propres émotions, au moment où se produit la notion que l'on considère par rapport aux moments antérieur et postérieur où s'effectuent les autres notions.

L'espace, enfin, ne peut nous être connu que par le point de notre corps entré en contact avec lui, et le résultat nerveux ainsi apporté dans les foyers du poste central. Le problème est sans doute plus compliqué qu'il ne semble à première vue, et il ne suffit pas, pour le résoudre, de dire qu'à tel point de la surface du corps correspond tel casier du poste central; il faut songer aux données multiples fournies par les divers organes des sens et aux relations qui les unissent. Mais, d'une manière générale, il n'en est pas moins indéniable que la position des points de l'espace, et l'espace lui-même qu'ils embrassent, n'est autre, en notre connaissance, qu'un effet de relativité topographique tout interne et nerveux.

Mais, pourtant, nous connaissons une force lumineuse, une force-pression et d'autres encore. Chacune ne diffère-t-elle pas pour nous totalement de l'autre? Erreur! Il n'y a de différence que dans le lieu touché. Le courant ner-

veux émané de la rétine, et que nous appelons, quand il parvient à notre entendement, de *la couleur*, est la même espèce de courant électrique que nous appellerons de *la chaleur* quand il émane de la peau, le même que nous appellerons de l'*odeur* s'il nous vient de la muqueuse nasale, et ainsi de suite. Lumière, son, pression et le reste n'ont, pour nous, d'autres caractéristiques que d'entrer en notre connaissance par une certaine porte. La qualité des forces est pour nous une notion de topographie interne, un simple affinement de la notion de lieu.

En résumé, l'objet de la connaissance étant l'unique émotion nerveuse considérée dans le poste central de l'intelligence, ses données ou notions, si variées soient-elles, résultent en dernière analyse des seuls rapports que chacune entretient avec elle-même et avec ses congénères, et le thème, nous l'avons dit, en sera développé plus amplement à propos de l'harmonie.

Mais est-ce à dire qu'il faille nier l'objectivité de la connaissance ? Telle n'est en aucune façon ma pensée. Je sais, tout au contraire, que les mouvements du poste central, que nous appelons *nos notions*, sont le reflet et l'écho des mouvements de l'extérieur. Seules les hallucinations échappent à cette loi, et l'exception la confirme : les hallucinations, produit de désordres nutritifs intérieurs, ne peuvent que reproduire d'anciens reflets, elles ne créent pas de notions.

Tels les mouvements de pression ou d'électricité des machines industrielles : bien que concernant leurs seuls foyers, ils ne font qu'obéir aux mains des mécaniciens. Notre pensée fait de même. Elle obéit au monde extérieur, et c'est là ce qui constitue l'objectivité de la connaissance. *Mouvements de la pensée, c'est-à-dire relations instantanées de la pensée avec elle-même, et partant subjectives,*

les notions sont en même temps objectives par les relations qu'elles entretiennent avec le dehors. Vérités incontestables qu'ont déjà sainement jugées nos maîtres, Démocrite et Épicure.

L'individualité et la personnalité de la connaissance.

Individualité de la connaissance. — Je crois toucher au problème le plus subtil de tout cet ouvrage, peut-être le plus difficile qu'il ait été donné à la pensée de se poser à elle-même. En voici l'exposé simple comme je le comprends :

Nous savons, pour l'avoir déjà démontré page 171, que l'individualité, primordial et essentiel attribut, que d'autres ont appelé la *corporéité*, d'autres encore la *substance*, appartient à la force, et, à ce titre, à la pensée. Mais la force cesse d'être aussitôt qu'elle est équilibrée, c'est-à-dire immobilisée ; elle existe seulement par le rapport qu'entretient chacun de ses moments avec le moment qui vient. La substance est donc changeante. Grande vérité entrée dans le monde avec Héraclite et que nul, si je ne m'abuse, n'a, depuis, complètement mise en lumière. Elle sera mieux comprise si je dis de l'être qu'il est un changement d'état ou un *acte*. On l'exprime autrement encore en disant avec Héraclite que l'être des choses réside dans leur *devenir* (γίνεσθαι).

Faisons-en l'application à la pensée.

La pensée, substance-force, existe par le rapport de ses moments. Elle existe en d'autres termes par l'émotion et plus exactement par la *notion*, nom que porte l'émotion dans le domaine de la connaissance.

La notion possède donc l'individualité. *Être et connaître sont synonymes*, et le problème de la connaissance

se confond, en dernière analyse, avec celui de l'existence.

Descartes a exprimé cela dans son immortelle formule : *Cogito, ergo sum*, car la cogitation ou l'acte de penser est un mouvement de la pensée (de *co* et *agere* = pousser), synonyme, lui aussi, de notion, qui est, nous le répétons encore, l'acte de penser appliqué au domaine individuel supérieur.

Mouvoir sa pensée, c'est donc être et connaître en même temps. L'acte de connaître possède l'être ou l'individualité, parce qu'il est un jeu ou un acte de force, une force vivante, en action, ou tout simplement une force réelle, par opposition aux forces équilibrées, qui n'existent que virtuellement.

Une liaison étroite unit la connaissance à la conscience antérieurement définie ; ces deux problèmes s'éclairent et se complètent mutuellement, comme on va voir.

On mesure une conscience ou tension de vapeur par sa comparaison avec la pression atmosphérique prise pour unité, et ce n'est en réalité qu'une mesure virtuelle de l'émotion qui vient à se produire au moment de l'échappement : un rapport estimé artificiellement à l'avance entre les moments de la force à l'instant de la mise en œuvre et à l'instant qui suit, car tant que la force est captée, elle est en équilibre ou réduite à zéro et partant n'*existe* pas.

Au contraire, la connaissance est l'expression effective du même rapport appliqué à chaque émotion en particulier. Au lieu d'être une virtualité comme la tension, elle en est la mise en œuvre.

Personnalité, attention et inattention de la connaissance. — Ce qui a été dit de la personnalité à propos de la pensée en général ou force psychique, est attribuable d'une façon non moins précise au thème de la connaissance. La continuité de la tension en un même foyer, voilà

quelle est, disions-nous, la caractéristique de l'individu et de sa personnalité. La continuité des émotions, devons-nous dire maintenant, voilà ce qui caractérise la personnalité de la connaissance.

C'est un fait d'observation que la continuité de nos émotions. De l'une à l'autre nos journées se passent, car nous pensons toujours à quelque chose. La connaissance est ainsi une onde qui se promène sans cesse dans le labyrinthe de notre entendement, tantôt ici, tantôt là, parfois multiple, jamais complètement stagnante. On verra plus loin que le sommeil lui-même est un acte de la pensée, une série ininterrompue d'émotions réflexes aptes à entretenir la continuité de la connaissance.

Un lien est enfin établi entre les notions lointaines par les dépôts de la polarisation ou mémoire. Mais ce n'est déjà plus que de l'émotion en puissance, et partant pas de la connaissance en action, la mémoire doit être éveillée pour devenir une notion. Mais elle n'en est pas moins le moyen efficace dont use la nature pour nouer entre eux les moments rompus de la connaissance.

On appelle *états d'inconscience* les temps de repos de la connaissance. Ce terme est impropre, c'est *inconnaissance* qu'il faut dire. La partie non agissante de notre pensée est en état d'inconnaissance. Il est des états d'inconnaissance absolue, c'est dire que le repos complet de la connaissance peut exister, sans pour cela que le jeu de la pensée inférieure, celui qui préside aux réflexes indispensables de la vie végétative ne soit entravé. On parle, dans ce cas, de *perte complète de la connaissance*. On dit encore : *perdre le fil de la connaissance*, pour désigner les interruptions survenues dans le cours d'un mouvement de la connaissance, image très exacte et qui mérite d'être relevée.

Je note enfin que les mouvements de la connaissance

sont communément multiples, ce que l'on exprime avec justesse, en disant de la connaissance qu'elle peut être à plusieurs fils. En effet, le cours d'une série d'idées enchaînées peut être accompagné d'un ou de plusieurs autres enchaînements d'idées. Ainsi, tout en écrivant à ma table et en suivant dans ce but le fil des pensées que j'expose, je n'en poursuis pas moins les événements extérieurs de la rue; j'entends l'atelier d'en face s'ouvrir et se fermer, notant le cours des heures; j'entends les cris des vendeurs de journaux et songe à la politique du jour; je vois la lumière éclairer ou assombrir le papier sur lequel j'écris, et raisonne à part moi de la pluie et du beau temps; je chasse la mouche importune; je suis enfin le déroulement des lettres sur mon papier, et je remplace la feuille terminée. Tout cela se passe simultanément sans que mon travail en souffre. L'occupation principale de ma connaissance suit donc son chemin sans interruption, tandis qu'à côté les autres mouvements de ma pensée suivent leur cours, différents seulement par le degré de ce que l'on appelle l'*attention*.

L'*attention* est la tendance ou l'entraînement des mouvements de la connaissance vers un axe ou fil commun; l'*inattention* comprend les mouvements accessoires. Des solutions intellectuelles très subtiles peuvent être obtenues en dehors de l'attention; il arrive qu'ayant poursuivi avec effort ou grande attention quelque problème difficile, on l'ait abandonné sans succès pour le retrouver plus tard, dans sa propre pensée, brusquement résolu en pleine inattention. Cela prouve les mouvements simultanés de la connaissance. L'expression de *psychologie de l'inconscient* faussement affectée à cet ordre de phénomènes, est condamnable de tous points; elle ne saurait en aucune façon supplanter le vieil et excellent terme *inattention*.

Les notions élémentaires ou facultés du sentiment.

Les notions ont été dotées de noms déjà connus de nous par l'étude de l'émotion, car le vocabulaire de celle-ci n'a pu, forcément, être emprunté ailleurs qu'au domaine de la connaissance. Elles représentent les trois facultés fondamentales de la pensée organisée : l'impression, l'intellection et l'expression.

Les *impressions*, plus spécialement appelées ici *perceptions*, marquent la première étape de l'émotion dans le domaine de la connaissance. Ce dernier mot, issu du latin « capere » prendre, indique exactement la participation du moi dans l'impression centrale.

Les *expressions* en sont les étapes dernières et il en est naturellement de deux sortes, suivant que le courant s'éteint en une ultime transformation ou expression motrice, ou bien en un retour sur lui-même, du genre des contrastes : en une réflexion.

Les pures *intellections,* enfin, n'ont pas d'autre caractéristique que d'être intermédiaires entre les précédentes.

On appelle du nom de *sentiment*, dans son sens le plus général, le foyer de la connaissance et son activité, et les termes *entendement*, *discernement*, *jugement* désignent les parties de ce foyer afférentes à l'impression, à l'intellection et à l'expression, ou, si l'on accepte ce terme usuel, les *facultés du sentiment.*

Mais le foyer d'intellection étant ici, comme dans toutes les localisations de l'intelligence, le gros œuvre de l'appareil, il en résulte que le terme sentiment désigne, par-dessus toute chose, le foyer des opérations de la connaissance intermédiaire entre l'impression et l'expression.

Or, il me souvient que l'on a coutume d'opposer le

sentiment à la raison et je veux montrer la parfaite exactitude de cette opposition.

La raison appartient à la mémoire (p. 232); elle est la modalité imprimée par elle aux organes d'intellection. Mais la mémoire est la polarisation ou le dépôt matériel laissé dans la cellule par les émotions antérieures, d'où naît un courant de pôle inverse. La raison est donc l'effet que produisent, sur l'intellection, les courants inverses nés des émotions vécues. Le sentiment, tout à l'opposé de la raison, est le champ actuel, celui de la pure sensation.

On oppose de même la volonté au sentiment, opposition non moins exacte, pour le même motif. La volonté, elle aussi, appartient en effet à la mémoire; elle est la polarisation imprimée aux organes d'expression et se manifeste par une certaine modalité imprimée à leurs actes.

Enfin, le sentiment et le savoir sont dans la même relation et opposés de même dans le domaine de l'impression.

Mais il va sans dire, et je m'empresse de l'ajouter, les phénomènes actifs de la mémoire, les courants de dépolarisation, que nous reconnaîtrons bientôt dans l'imagination, le raisonnement et la volition, actes de l'*idéation réfléchie*, appartiennent au sentiment, au même titre que les émotions quelconques de la connaissance.

Remarquons que le sentiment n'est pas fait seulement de notions élémentaires, il comprend aussi toutes les harmonies entre les notions, qui constituent elles-mêmes des entités supérieures à étudier ultérieurement et, en particulier, les harmonies terminales qu'on appelle plus spécialement *les sentiments*. L'étude de ceux-ci doit être renvoyée au livre de l'harmonie.

Mais une vérité s'impose dès maintenant, c'est que le sentiment est l'activité d'un foyer fragmenté, multiloculaire. Déjà nous y avons distingué l'entendement, le dis-

cernement et le jugement; chacune de ces grandes divisions en comporte d'autres plus petites, reliées entre elles comme les précédentes et en relation plus ou moins immédiate ou lointaine. Tout cela prépare les vérités anatomiques qui vont éclore, montrant la fragmentation de la connaissance en des segments multiples, séparés les uns des autres par toutes sortes d'étranglements et reliés entre eux par autant de communications.

La loi générale veut, en effet, que la fonction nerveuse soit proportionnée, d'une part, à la multiplicité des relations entre les cellules et, d'autre part, à la multiplicité de ces cellules. On sait que les différentes parties de notre organisme présentent, à cet égard, la plus grande variété. Comparons, par exemple, l'épiderme de l'ongle avec l'épiderme de la cornée oculaire : l'un est presque dépourvu de tous éléments nerveux, l'autre, au contraire, est le siège de terminaisons et de réseaux en très grand nombre. Quelle n'est pas, au point de vue de la fonction, la différence entre ces deux organes, dont l'un est inerte et l'autre, au contraire, doué de la plus exquise sensibilité! Il en est exactement de même dans le domaine du sentiment. Son développement est en relation, d'une part, avec la multiplicité des relations entre les cellules, représentée anatomiquement par l'abondance des réseaux ou plexus nerveux dans l'épaisseur de l'organe central qui en est le siège et, d'autre part, avec le nombre des cellules nerveuses différenciées en son intérieur.

II

ORGANISATION DE L'INTELLIGENCE SUPÉRIEURE : L'ÉCORCE CÉRÉBRALE.

L'écorce cérébrale siège de la connaissance.

Les points du cerveau trouvés lésés dans les observations nécroscopiques de sujets atteints de lacunes de la connaissance, appartiennent constamment à l'écorce des hémisphères cérébraux. L'écorce cérébrale est, en conséquence, le siège incontesté du poste intellectuel central.

On a relaté, en ouvrant ce chapitre, une observation du domaine visuel où il s'agissait d'une perte partielle de la connaissance. L'autopsie, si elle avait été faite, y aurait révélé une destruction, non moins partielle, de l'écorce cérébrale, confirmant notre dire de tout à l'heure, que la connaissance est un foyer multiloculaire, dont les segments, bien que reliés entre eux, ont une existence et une vie propres : tel le poste central de certaines grandes industrics où la force est produite dans une série de chaudières et de feux alignés à côté les uns des autres, fonctionnant ensemble et pourtant distincts. Les loges qui enferment les foyers du poste central ne sont autres, certainement, que les éléments ou cellules nerveuses de la substance corticale.

Histologie de l'écorce cérébrale.
(Fig. 22.)

L'écorce cérébrale est la substance, de couleur grise, qui enveloppe la surface entière des hémisphères. On y décrit essentiellement deux sortes de cellules différentes

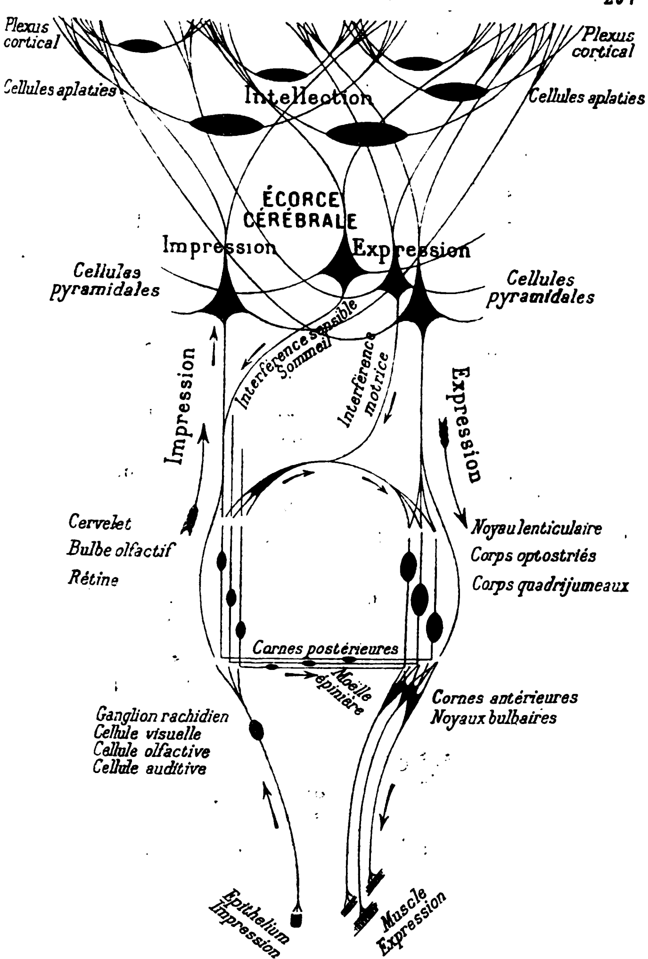


Fig. 22. — Intelligence supérieure et schéma général de l'intelligence.

et un plexus, soit, en allant de la profondeur à la surface :

1° Les cellules pyramidales;

2° Les cellules aplaties;

3° Le plexus cortical (couche moléculaire superficielle des anciens auteurs).

Les *cellules pyramidales* forment plusieurs couches superposées d'éléments de grandeurs différentes, ayant toutes la forme de pyramides dont le sommet regarde la surface, et la base le centre de l'hémisphère cérébral. Leurs expansions sont de trois sortes : *superficielles, latérales* et *profondes*. Les superficielles émanent du sommet de la pyramide et vont directement au plexus, après avoir traversé la couche entière des cellules qui leur sont superposées. Les latérales, issues des angles latéraux de la pyramide, vont, de même, au plexus, mais en s'étalant à de plus grandes distances. Les profondes, enfin, sortent de la base de la cellule et sont représentées par un cylindre-axe unique, aux terminaisons lointaines, allant s'articuler aux deux étages de l'intelligence primaire, tantôt du côté de l'impression, tantôt du côté de l'expression.

Les *cellules aplaties* occupent diverses hauteurs, mais se trouvent surtout localisées près de la surface, dans le plexus et immédiatement au-dessous de lui. Appelées tangentielles par les auteurs, elles mériteraient le nom de cellules araignées, si ce terme n'était accaparé par d'autres éléments. Leur disposition générale fait songer, en effet, à des araignées dont les corps seraient tournés vers l'intérieur du cerveau et les pattes vers la surface, comme si elles voulaient marcher sur les parois du crâne. Leurs arborisations appartiennent essentiellement au plexus cortical. Tout cela est naturellement schématisé pour les besoins de l'exposé dogmatique.

Le *plexus cortical*, enfin, occupe l'extrême surface de l'écorce du cerveau sur toute son étendue, et cette dispo-

sition lui est commune avec le bulbe olfactif et avec le cervelet. Il est le lieu, par excellence, de rendez-vous et d'articulation entre les cellules corticales.

La disposition que nous venons d'esquisser est commune à toutes les parties de l'écorce cérébrale.

Les cellules tangentielles en représentent les grains ou organes d'intellection.

Les cellules pyramidales sont tantôt des organes d'impression et tantôt aussi des organes d'expression. Cela ressort nettement des expériences où l'on va voir une partie étroite de l'écorce actionner l'expression *motrice*, tandis que d'autres, aussi riches cependant en cellules pyramidales, n'intéressent que l'impression ou ses échos immédiats.

Topographie de l'écorce cérébrale.

Les hémisphères cérébraux, dont l'écorce est en cause actuellement, et qui ont, soit dit en passant, la forme d'un quart de sphère (et non d'un hémisphère), représentent deux champignons de cette forme poussés à droite et à gauche sur le cerveau moyen. La croûte de ces champignons est l'écorce cérébrale.

L'écorce cérébrale est plissée, de telle sorte que si on la détachait et qu'on pût l'étaler, elle couvrirait une surface beaucoup plus grande que l'hémisphère. La multiplicité et la profondeur des plis sont en relation avec le degré de l'intelligence : ainsi, les hommes les ont plus développés que les singes et les chiens, et ceux-ci plus développés que d'autres mammifères moins intelligents. Cette disposition assure aux différentes parties du corps et à leurs divers appareils, une représentation corticale plus étendue.

L'anatomie moderne a décrit et étiqueté tous les moin-

dres plis de l'écorce, véritable étude de géographie fort compliquée, dont nous voulons dessiner seulement les continents. Au sommet de chaque hémisphère est la région *pariétale* autour de laquelle viennent se grouper : en avant, les circonvolutions *frontales ;* en dehors, les *temporales ;* en arrière, les *occipitales*, et en dedans, enfin, les *limbiques* ou circonvolutions du corps calleux.

Tout cela nous intéresse pour autant qu'il a été possible de reconnaître à ces diverses parties des attributs différents, et c'est ce qu'il faut maintenant démontrer.

Si, à l'aide d'un courant faradique d'une certaine intensité (courant bien sensible à la pointe de la langue), on excite les différentes régions de la surface cérébrale d'un animal mammifère adulte, on n'observe aucun phénomène appréciable quand les électrodes sont promenées à la surface de l'écorce occipitale ou temporale. Mais vers le sommet, dans les circonvolutions pariétales et frontales qui avoisinent le sillon de Rolando, ou son homologue chez les animaux (sillon crucial chez le chien), l'électrisation donne lieu à des phénomènes moteurs, et, si les électrodes sont très rapprochées, le courant d'une intensité donnée, on n'observe que des mouvements localisés dans une région toujours identique pour un même point excité. Tel est le fait indéniable démontré pour la première fois par Fritsch et Hitzig (1), et confirmé par les autres procédés d'excitation chimique ou mécanique. Des excitations durables et plus intenses produisent des convulsions épileptiformes (épilepsie jacksonienne) et de la douleur.

Si, à l'aide du thermocautère ou du bistouri, on opère sur le chien, et que l'on extirpe la zone motrice de la patte

(1) Hitzig et Fritsch, *Electrische Erregbarkeit des Grosshirns* (*Arch. f. Anat.*, 1870).

antérieure, zone située en avant du sillon crucial et qu'il est facile de reconnaître par l'excitation préalable avec un courant faradique, on observe, après le réveil de l'animal, une paralysie incomplète de la patte antérieure du côté opposé à la lésion. L'animal peut se tenir debout, marcher, mais sa démarche est chancelante, et, signe caractéristique et constant, il appuie cette patte sur sa face dorsale et non sur la face plantaire. On insiste sur la disparition des mouvements intentionnels. Les mouvements automatiques tels que la marche, peuvent encore se faire, mais il n'en est plus de même de certains mouvements où la connaissance intervient plus directement. Si l'animal avait été dressé à donner la patte, il ne donnera plus celle du côté opposé à la lésion quand on la lui demandera ; il ne s'en servira plus pour maintenir l'os qu'il veut ronger, etc.

Quand la lésion a été circonscrite en surface et en profondeur, on voit, chez le chien, les troubles moteurs s'amender et disparaître, et il faut admettre une suppléance par les foyers plus profonds de l'instinct, désormais annexés à la connaissance. Il n'en est pas de même pour le singe, non plus que pour l'homme, à en juger par les observations fortuites de la patho l oge.

Les deux sortes d'expériences que nous venons de relater entraînent, pour conclusion toute naturelle, qu'il est, dans l'écorce cérébrale, une région spécialement affectée à l'expression dans sa forme motrice. Elles en précisent en même temps le siège. Supposons, en effet, qu'un anatomiste ait devant lui un hémisphère cérébral, et supposons qu'il l'ait habilement décortiqué en partant de son point d'attache naturel, qu'il ait, enfin, étalé ce manteau en l'étirant de tous côtés ; alors il a devant lui un disque dont le centre est la région rolandique, celle-là même dont l'ex-

citation provoque des mouvements, et la destruction, de la paralysie.

Les foyers de l'expression motrice sont au centre de ce disque qui est en même temps le sommet du manteau cortical.

Les foyers de l'impression sont tout autour, et la preuve en est tirée, non plus des expériences de vivisection, mais de l'observation humaine ; car, pour analyser les impressions, distinguer les phénomènes de la connaissance de ceux qui appartiennent aux réflexes instinctifs, il faut le langage affiné de l'homme. Les observations dont il s'agit concernent les nécropsies de sujets reconnus durant leur vie pour avoir été privés de la connaissance afférente à l'un ou à l'autre sens, tout en conservant l'intégrité des réflexes.

On a trouvé des lésions de la région postérieure (lobe occipital) dans les pertes de la vue, de la région latérale externe (lobe temporal), dans les pertes de l'ouïe. Les autres sens sont moins sûrement déterminés, mais il n'en reste pas moins que la seule région centrale que nous avons indiquée et qui occupe le sommet de l'hémisphère, pouvant être considérée comme un foyer d'expression motrice, tout le reste appartient aux opérations les plus variées de l'impression ou à leur retentissement nerveux non moteur.

En résumé, la topographie générale de l'intelligence supérieure réside tout entière dans cette affirmation de l'expérience et de la pathologie : le pourtour du manteau cortical appartient à l'impression et aux opérations qui s'y rattachent, intellections et réflexions ; le sommet seul est réservé à l'expression motrice. Est-il rien de plus naturel pour expliquer que les mouvements obéissent simultanément aux impressions les plus diverses venues des

points les plus éloignés de la surface du corps? Rangées en cercle autour des appareils d'exécution motrice, les impressions s'en trouvent également distantes et non moins également placées pour les mettre en activité. Cette disposition est comparable à celle des machines à écrire. Les leviers qui manœuvrent les lettres s'y trouvent rangés en cercle à égale distance autour du point d'inscription, de façon à exiger un même effort pour toutes les lettres, et de façon à éviter en même temps la collision des marteaux. De même, dans l'écorce cérébrale, les trajets à parcourir se trouvent uniformisés, raccourcis et simplifiés autant qu'il est possible.

III

FONCTIONNEMENT DE L'INTELLIGENCE SUPÉRIEURE : L'IDÉATION.

Les groupes de notions ou jeux élémentaires de la connaissance ont nom *idées*, un terme dérivé du grec qui signifie *images*, et qui est une comparaison. On a comparé les actes de la connaissance, entités réelles, mais éphémères, à ces autres entités non moins réelles, non moins fugaces : les images lumineuses reflétées des objets. Les organes de la connaissance sont comparés par là même à un miroir réfléchissant. On conviendra qu'ici encore le vieux langage n'aurait pu faire un choix plus heureux ni plus vrai.

Le mécanisme de formation et d'évolution des idées a nom l'*idéation*. Il comprend deux étapes essentielles : l'idéation première ou directe et l'idéation réfléchie.

Idéation directe.

L'impression des idées. — L'idée première appartient à l'entendement ; elle est une impression venue du dehors. Ainsi, celle de lumière est le produit électrique nerveux de la lumière agissant sur la rétine, transmis de celle-ci au domaine de la connaissance, et il en est de même de toutes les idées de première impression ou perceptions premières.

Les foyers corticaux de l'impression occupent, nous le savons maintenant, le pourtour du manteau cortical. Leur siège doit être fixé dans les cellules pyramidales de cette région.

Il doit y avoir autant de foyers corticaux d'impression que de différenciations connues de nos impressions. Or, on sait combien l'exercice vient à affiner ces dernières; l'exercice a donc pour effet de multiplier le nombre des foyers ou cellules pyramidales du pourtour. Je suis bien persuadé, par exemple, que les perceptions du tact admirable d'un aveugle éduqué sont localisées en foyers distincts bien plus nombreux qu'il n'y en a dans le cerveau du bûcheron voyant, et que l'aveugle, en revanche, sera extraordinairement pauvre en cellules pyramidales de la région visuelle.

L'intellection des idées. — On a vu antérieurement, dans l'intelligence primaire annexe de l'expression ou intelligence des instincts, un premier essai tendant à une répartition générale des effets de l'impression. Les corps lenticulaires et opto-striés qui en sont le siège relient entre elles ces intelligences primaires et provoquent les réflexes compliqués des instincts.

Plus générale et plus parfaite, l'intelligence supérieure

paraît relier entre elles non plus seulement des groupes d'impressions et d'expressions, mais toutes les impressions, si éloignées soient-elles, à toutes les expressions.

Songez donc à cette simple observation. Voici venir un insecte que j'entends, que je vois s'approchant de moi, et qu'aussitôt je chasse pour en éviter la piqûre. Le foyer de perception de l'ouïe, le foyer de perception de la vue, celui enfin du tact où le souvenir douloureux des piqûres s'est polarisé, tous ces foyers placés en des points distincts et éloignés les uns des autres dans l'écorce cérébrale, sont en un instant éveillés et mis en relation pour aboutir, en bien moins de temps que je ne mets à l'écrire, aux foyers d'expression motrice commandant à la main qui va chasser ou même saisir l'insecte. Tout cela suppose non seulement la communication entre les foyers, mais encore des communications très différenciées. Or, calculez, si vous le pouvez, ce que cela peut signifier comme nombre de fils communiquants ; il n'y a pas de station téléphonique d'une ville populeuse comme Paris ou Londres qui en puisse présenter autant, ni surtout qui présente des relations directes en semblable proportion.

Pour expliquer le mécanisme de ces relations, rappelez-vous d'abord les généralités du premier chapitre de ce troisième livre et en particulier l'intellection des courants de tension différente par des conduits diversement résistants.

Rappelez-vous encore l'amplification incessante de l'émotion par le fait seul de sa progression qui s'en va allumant de proche en proche les éléments superposés (avalanche). Elle explique que l'impression visuelle produite par l'ombre d'une mouche et le courant minime qui en est né dans notre rétine, se puisse diviser et multiplier en des effets si considérables, si variés et si lointains.

Mais suivons, à l'aide de la figure 22, le sort d'une impression parvenue à la cellule pyramidale.

Communiquée au plexus cortical ou externe, triée et dissociée par lui, l'émotion parvient à la cellule tangentielle. La cellule tangentielle de l'écorce cérébrale représente les foyers intermédiaires de l'intelligence supérieure. Elle est l'organe de suprême intellection, ou, si l'on veut, le foyer du discernement. Par elle, l'émotion reçue du plexus retourne au plexus et, distribuée en tous sens, elle entre en contact avec les arborisations des cellules pyramidales non touchées par la première impression, et en particulier avec celles de l'expression.

L'expression des idées. — Je suppose l'émotion arrivée enfin aux foyers d'expression que nous savons occuper le sommet du manteau cortical. Une double voie se présente alors : celle de l'expression motrice et celle de la réflexion.

MOUVEMENTS : L'excitation est transmise au cylindre-axe de la cellule pyramidale d'expression et par lui, soit directement, soit au travers d'autres cellules, aux plaques nerveuses des fibres musculaires, elle y produit son effet ordinaire, la contraction musculaire, et fait agir tantôt en paroles, tantôt en mouvements de quelque autre catégorie.

C'est ainsi que les idées s'expriment en mouvements qui sont des gestes, des sons inarticulés ou enfin des sons articulés et des mots, autres manières de gestes.

Notons les principales catégories de mots qui servent à exprimer notre pensée.

Les idées du domaine de l'impression s'appellent des *noms* et des *substantifs*, ce dernier vocable semblerait indiquer la corrélation exclusive avec des unités matérielles, ce qui n'est qu'une partie de la vérité, car des noms en tout aussi grand nombre répondent à des entités non

substantielles, actes ou états. L'*adjectif*, *l'article* sont des qualificatifs ou déterminatifs du nom.

Les idées du domaine de l'expression sont les *verbes*; les *adverbes* en désignent les modalités qui trouvent aussi à s'appliquer aux adjectifs.

Enfin les *conjonctions* et *prépositions* marquent les relations des verbes et des noms, et peuvent être appelées les idées dans le domaine de l'intellection.

RÉFLEXION : Il y a une équilibration de l'intelligence supérieure comme de toutes les intelligences ou, en d'autres termes, des contrastes équilibrants réflexes du sentiment semblables aux réflexes sensoriels précédemment étudiés. Ils sont le point de départ de l'idéation réfléchie, objet du paragraphe suivant.

Idéation réfléchie.

L'équilibration, apparue dans la rétine à l'excitation en retour des foyers intellectuels ménagés par la première impression, ne peut que se reproduire par les expansions latérales des cellules de l'expression, quelles qu'elles soient : une partie de courant s'en trouve réfléchie et dirigée dans le cas particulier vers les cellules tangentielles avoisinantes, pour gagner finalement de proche en proche et de réflexion en réflexion l'ensemble des foyers. Ainsi, et de même façon, une couleur quelconque, intervenant en un point du champ visuel, modifie totalement la qualité de la couleur dans le reste du champ.

Ce phénomène a pris, dans la connaissance, le nom de *réflexion*, terme qui s'adapte on ne peut mieux aux données de la physiologie expérimentale. Il vient se ranger tout naturellement dans l'ordre des réflexes.

Parti des cellules pyramidales du sommet du manteau,

le courant réfléchi traverse en retour le plexus, les cellules tangentielles et de nouveau le plexus, pour être distribué finalement aux cellules pyramidales. De nouvelles perceptions et de nouvelles idées en sont la conséquence et celles-ci, agissant à la manière des impressions premières, provoqueront de nouvelles expressions motrices, et aussi de nouvelles réflexions. Il naît de la sorte un jeu ininterrompu de l'idéation : *le jeu de l'association des idées*, produit naturel de la réflexion.

Comme la sensation réflexe dont elle est l'application au domaine de la connaissance, la réflexion est dans son essence un processus passif et spontané. Cela est si vrai que l'on peut soutenir avec vérité cet aphorisme : « Pour bien réfléchir, ne pas penser. » La réflexion libre, impartiale, résulte en effet du jeu spontané des expressions équilibrantes et des associations d'idées que ce jeu soulève. Des impressions nouvelles intervenant dans le jeu de la réflexion la détournent et l'altèrent, c'est le lot habituel ; seule l'inactivité relative, dans le sommeil, lui assure des conditions réellement favorables et c'est la vérité que l'on affirme quand on dit que « la nuit porte conseil ».

Mais nous savons, par les faits qui ont motivé la théorie de l'avalanche exposée au livre de l'Émotion, que le courant nerveux n'est pas seulement propagé ; il est aussi allumé tout le long de son parcours, et va croissant en tension comme en intensité, à mesure qu'il progresse. Ainsi l'on explique la longue chaîne des associations d'idées et leur incessante poursuite sans qu'il soit besoin d'impressions nouvelles.

Examinons plus en détail le mécanisme de l'idéation réfléchie.

Mise en jeu de la mémoire par la réflexion.
(Raisonnement, imagination, volition.)

Le courant de réflexion est de sens contraire à l'impression, il suit la direction des courants de dépolarisation et c'est lui en conséquence qui éveille la mémoire.

La mémoire, ou polarisation, est, disions-nous (p. 236), surtout développée dans le domaine central; nous cherchions à en expliquer le motif, par cette comparaison un peu triviale, avec ce qui a lieu dans un ministère. Les entrées et sorties de ces grandes administrations ne gardent, en souvenir des visiteurs, qu'un peu de poussière, tandis que des traces importantes et efficaces en restent dans les bureaux. Nous sommes maintenant arrivés dans les bureaux où les impressions visiteuses sont devenues des idées et les traces laissées par elles, des renseignements, le « savoir », et où les traces de leur élaboration de bureau en bureau sont devenues la « raison », où, enfin, les décisions prises et consignées ont pris le nom de « volonté ». Ces faits, expliqués par la polarisation, prennent l'importance d'un contrôle de la théorie électrique de la pensée, et je ne saurais trop engager le lecteur à en méditer la portée. La polarisation, fait banal et commun à toutes les piles, quelles qu'elles soient, ne pouvant manquer aux sources de l'électricité nerveuse, sa manifestation était un besoin impérieux de la démonstration. Nous devons maintenant en reconnaître l'éveil, ou la *dépolarisation*, dans les phénomènes de la réflexion.

Reprenons la réflexion à son origine, au sortir des cellules pyramidales d'expression (sommet du manteau vertical).

Sa première rencontre est celle du réseau fibrillaire

cortical et des foyers d'intellection ou cellules tangentielles, siège du discernement. La mémoire a pris, dans ces foyers, le nom de *raison*. Sa mise en jeu sera le *raisonnement*. Le raisonnement est donc la première étape de l'idéation réfléchie.

Du plexus cortical, l'onde réfléchie revient en arrière pour aboutir aux cellules pyramidales de première impression, domaine de la perception et de l'entendement. La mémoire y porte le nom de *savoir*. Sa mise en jeu, reflet posthume de l'image inscrite par l'impression première, peut être appelée, d'une façon toute générale, l'*imagination*, malgré la pointe de fantaisie attachée à ce terme. La nuance qu'il implique est, au fond, parfaitement exacte, car, obéissant au raisonnement, l'imagination en subit toujours les effets sous la forme de modifications plus on moins sensibles de l'impression première. L'évocation des images, ou l'imagination, est la résultante des opérations internes qui viennent d'être exposées, elle est un fruit de l'association des idées et de la réflexion des courants du domaine de l'expression à celui de l'entendement, il n'en est pas autrement, alors même qu'il semble nous « venir une idée », suivant l'expression consacrée. Seule, l'*hallucination*, résultat d'une excitation accidentelle et pathologique de la cellule nerveuse, pourrait être considérée comme une idée spontanée; le rêve lui-même obéit à des associations d'idées.

La mémoire a pris enfin, dans son application aux organes d'expression, le nom de *volonté*. Sa mise en éveil par la réflexion répond au nom de *volition*. Modalité exclusivement interne de l'expression, la volition est elle-même un acte de réflexion distinct de l'expression effective ou exécution de la volonté, qui peut en être la conséquence. C'est déjà une expression effective que de dire : « je veux »,

car on peut vouloir sans le manifester en paroles. La volition est un courant inverse ou de dépolarisation.

On dit de la volonté qu'elle est libre, et c'est même le fondement reconnu de toute morale, que ne parviennent pas à ébranler les discussions des penseurs. La théorie de la polarisation donne à cette qualification sa vraie portée et nous la voudrions énoncer. Dire que la volition est libre, dans le sens physique du mot, est, sans doute, un non-sens; mais dire que la volonté est inaliénable, qu'elle est inhérente au sujet, une richesse personnelle et lui appartenant sans conteste, est conforme à la réalité. C'est dire la volonté libre, comme l'homme, quand il n'est pas l'esclave d'autrui, et c'est bien dans ce sens que l'entend le langage vulgaire. La liberté, applicable à la volonté, est une affirmation de possession individuelle. La notion de responsabilité, qui accompagne nécessairement celle de possession, fait la volonté individuelle responsable vis-à-vis des autres volontés et vis-à-vis d'elle-même. Ainsi, la physique est en accord intime avec le sentiment populaire: elle croit, sinon au libre arbitre dans le sens absolu du mot, du moins à la liberté individuelle qui est la pleine possession des forces psychiques individuelles; elle croit également à la responsabilité individuelle qui en est le corollaire évident. Je ne puis m'empêcher de souligner, chemin faisant, la haute portée d'un pareil enseignement et d'en recommander la méditation aux esprits timides qu'effraye l'application de la lumière scientifique aux choses de la morale.

Réserves matérielles de l'idéation (mémoire, hérédité, plasma nutritif).

La *mémoire*, ou polarisation, dont la mise en jeu par la réflexion vient d'être exposée, représente les premières et

les plus importantes réserves matérielles de l'idéation. Sans cesse dépensée, elle est aussi sans cesse renouvelée par le cours des impressions intercurrentes.

Mais la mémoire n'est pas la seule réserve matérielle de l'idéation.

Songez aux marques imprimées, par les générations antérieures, à la cellule germinative d'où naîtra l'embryon. Le savoir n'appartient-il pas aux générations héréditairement préparées? Le raisonnement et le vouloir ne sont-ils pas, en partie, la résultante des émotions vécues par les ancêtres? Et, pour parler de choses d'un domaine inférieur, n'est-ce pas un souvenir héréditaire que l'impulsion entraînant le nouveau-né aux premiers actes nécessaires à sa vie : le poulet à marcher et le canard à rechercher l'eau? L'*hérédité*, en un mot, est liée d'étroite parenté avec la polarisation et peut être taxée de mémoire ancestrale. Nous en toucherons l'explication dans un autre ouvrage, où l'hérédité trouvera sa formule dans une théorie chimique, par conséquent non moins matérielle que la théorie de la mémoire.

Enfin, tandis que la matière mémoire doit être considérée comme un produit de l'activité psychique, et, comme nous venons de le rappeler, un dépôt de polarisation, la matière qu'il reste à considérer, maintenant, représente le métal zinc des piles industrielles. Elle est le plasma nerveux fondamental, fruit de la seule nutrition, celui que le sang tire des aliments et qu'il abandonne aux cellules nerveuses comme à tous les tissus.

Au début des recherches biochimiques, il semblait qu'on dût trouver des aliments particulièrement propices à nourrir la pensée. Ces recherches ont abouti à démontrer qu'il n'existe pas d'aliment spécialement psychique dans le sens d'une psychogenèse. La matière nerveuse est un

produit complexe, emprunté indifféremment aux éléments ordinaires de l'alimentation.

Des excitants psychiques.

Si l'on ne connaît pas d'aliments psychiques, on connaît, en revanche, des excitants et des stupéfiants, c'est-à-dire des aliments propres à favoriser ou à ralentir l'éclosion et le mouvement de la pensée, la « psychocinèse », si le mot est permis. Un usage modéré des stimulants peut favoriser et entretenir une normale circulation des matériaux psychiques que l'existence brutale condamne à l'atrophie. Il fait sociables et bons des êtres que les difficultés et l'isolement condamnent à la pensée bestiale, empêche la lèvre de se contracter, rend le sourire à la bouche immobile. Ne médisons pas outre mesure de l'alcool et de ses congénères, auxquels une partie de la race humaine doit son acuité intellectuelle et ses qualités sociables. Le culte de la pensée active veut que l'on respecte et l'on hygiénise le plus subtil des biens que l'homme ait su arracher à la terre : un bien matériel propre à faire penser.

Il me souvient, à ce sujet, d'une leçon remarquable de l'aimable professeur Bouchardat. Usez, disait en substance Bouchardat, de l'excitation en bonne compagnie, pour en être plus affables, plus intelligents ou plus courageux, et vous y pourrez gagner l'habitude de vertus qui ne vous étaient pas familières. Mais gardez-vous d'employer cette excitation à de mauvaises choses, dans de mauvais lieux; elle produit alors l'effet désastreux contraire. Cela vient à dire, en langage mécanique : usez-en pour entretenir noblement la circulation matérielle des réserves psychiques et vous enrichir la mémoire de généreuses pensées, mais

gardez-vous d'en mésuser ou d'en abuser aux dépens des sources organiques où s'alimente la matière de l'intelligence.

IV

LE SOMMEIL.

Anciennes théories.

Il a été proposé naguère (1) par Lépine, et développé par Mathias Duval, une théorie d'après laquelle le sommeil serait accompagné d'un retrait mécanique des arborisations cellulaires nerveuses, accompagné par conséquent de vraies solutions de continuité entre les foyers de l'intelligence. Je me hâte de dire que l'histologie ne connaît pas, dans le cerveau, de fait applicable à cette théorie. On n'y a jamais rien observé qui puisse faire croire à des mouvements analogues à ceux des cellules nerveuses ganglionnaires de certains crustacés (p. 219) ou au déplacement des expansions pigmentées de l'épithélium rétinien (p. 86). Je me hâte de rappeler aussi que la disposition habituelle des réseaux intercellulaires nerveux des animaux supérieurs ne paraît aucunement se prêter à un pareil mécanisme. Il n'importe, du reste, au fond, car l'explication même de ce déplacement serait à trouver, et la question du sommeil en serait à peine avancée.

Passons sans insister sur des soi-disant théories tout aussi peu explicatives basées sur le fait de l'anémie cérébrale qui accompagne le sommeil au dire de tous les expérimentateurs. (Notez que je n'ai pas dit les auteurs, car on a beaucoup disserté sur ce point.) Il est d'absolue no-

(1) Société de biologie, 2 et 8 février 1895.

toriété que les organes se congestionnent dans l'activité, et se vident de sang dans l'état de repos ; les yeux s'injectent par l'excès de travail ; la peau rougit quand on la frotte, et les glandes se gorgent de sang par le fonctionnement ; de même le cerveau s'hypérémie quand il fonctionne et s'anémie en cas contraire. On ne saurait voir dans ce fait qu'un signe de fonctionnement et de non-fonctionnement, un corollaire, mais non une explication du sommeil.

Passons également, sans insister davantage, sur les relations entre les quantités d'oxygène absorbé et d'acide carbonique excrété, différentes dans l'état de veille et celui de sommeil. L'homme endormi sécrète relativement plus d'acide carbonique et absorbe relativement plus d'oxygène. On dit qu'il en fait provision. C'est là certainement encore un corollaire et non une explication.

Il reste enfin une seule théorie réellement importante, celle qui est basée sur l'existence de poisons hypnotisants. S'il est des substances, telles que le chloroforme, capables de provoquer le sommeil, n'est-il pas possible d'attribuer sa venue naturelle à la formation spontanée de pareilles toxines. Telle est la question, posée par Preyer, à laquelle M. Bouchard semble avoir donné une couleur expérimentale en montrant que l'urine excrétée dans le jour serait narcotique au lieu d'être convulsivante comme l'est l'urine produite durant la nuit.

Mais la narcose chloroformique n'est point assimilable au sommeil naturel, elle en diffère, nous l'allons voir, du tout au tout.

En réalité donc, cette explication n'est pas beaucoup plus heureuse, et la question doit être reprise indépendamment de toute idée préconçue.

Définition symptomatique du sommeil.

Le sommeil est caractérisé par l'extrême réduction de l'activité intellectuelle supérieure. C'est un fait d'observation sur lequel il est à peine besoin d'insister.

L'individu qui dort est, à la réserve près des rêves, assimilable à l'animal décortiqué de l'expérience, celui à qui l'on a enlevé totalement l'écorce des hémisphères cérébraux. Or, on sait que le propre de cet animal est, tout en ayant perdu ce qui concerne le domaine ordinaire de la connaissance, d'avoir conservé le jeu des réflexes simples et composés. Tel est exactement le cas de l'endormi : son cœur bat, ses pupilles se contractent à la lumière, il retire le membre que l'on a chatouillé, il se gratte à l'endroit piqué, il marche même, et le cas est fréquemment observé dans les marches nocturnes des militaires ; la femme allaite son enfant, etc. Bref, des réactions les plus simples aux réflexes instinctifs les plus composés, tous les réflexes persistent; cela signifie que les intelligences primaires et primaires accessoires ne cessent pas de répondre aux excitations.

Voyez combien le sommeil diffère d'un état similaire, le *narcotisme* de l'intoxication chloroformique, ou le *coma* d'autres intoxications, le coma des fièvres en particulier, celui du diabète lorsqu'il atteint son degré extrême de pleine résolution assimilable à l'état de narcose. Ici, tout à l'encontre du cas précédent, les réflexes médullaires et cérébraux sont abolis plus encore que l'activité intellectuelle supérieure : les membres peuvent être pincés et brûlés presque sans réaction, alors que le délire tourmente l'intelligence.

Dans la narcose chloroformique, l'insensibilité va pro-

gressant notoirement des extrémités à la tête, si bien même que l'on peut pratiquer des opérations des membres en état d'insensibilité et pourtant en état de connaissance. On note dans la narcose comme dans le coma, entre autres abolitions de réflexes, celle si frappante du réflexe pupillaire, qui n'appartient nullement au sommeil.

Bref, le sommeil d'un côté, le narcotisme et le coma de l'autre, représentent deux entités très différentes presque contraires qui ne sauraient être confondues. Le sommeil est représenté par un état d'inactivité relative de l'intelligence supérieure, coïncidant avec la persistance des réflexes, la narcose est caractérisée par l'inactivité des réflexes autant et plus que par la torpeur de la connaissance. Nous aurons à nous occuper du principe de la narcose comme d'un adjuvant préparatoire, mais non d'un facteur direct du sommeil, qui n'en a que faire.

Le sommeil paraît, en définitive, répondre à *une interruption nerveuse établie à la porte de l'intelligence supérieure.* Telle peut être formulée sa définition symptomatique. C'est de cette interruption ou solution de continuité de courant qu'il faut sonder le mécanisme.

Adjuvants préparatoires du sommeil.

Notons d'abord cette première préparation tout occasionnelle : l'*exclusion* des excitations venant du dehors. On se prépare au sommeil en éteignant les lumières, en chassant les bruits, en recherchant le coucher douillet, en éloignant en un mot, autant que possible, toutes les impressions du dehors. C'est le premier facteur préparatoire du sommeil.

Notons une autre préparation non moins évidente : l'*épuisement* de la force nerveuse. On ne s'endort que fati-

gué par une activité prolongée, alors que les sources où s'alimente la force nerveuse, longtemps mises à réquisition, ont été jusqu'à un certain point épuisées. La circulation matérielle sanguine travaille sans doute à les réparer, mais elle a une puissance limitée, et notre activité débordante tend sans cesse à utiliser toutes ses ressources. L'épuisement nerveux est un deuxième facteur préparatoire du sommeil.

Un troisième facteur est l'embarras de la cellule par les déchets narcotisants de sa combustion. La circulation matérielle lymphatique tend à les éliminer au fur et à mesure de leur production, mais notre tendance individuelle à pousser à l'extrême l'activité de la pensée doit devancer la puissance habituelle d'élimination et gorger la cellule de matières usées. L'*auto-intoxication* trouverait donc ici sa place.

Un quatrième facteur est enfin, sans contredit, la polarisation. Une pile qui a longtemps fonctionné cesse de produire à cause d'elle. Les zincs sont chargés d'oxyde qui donne naissance à des courants de pôle contraire et entrave la circulation. Il doit en être nécessairement de même dans les foyers nerveux qui, eux aussi, cessent leur office lorsque les impressions successives les ont chargés de souvenirs. Un repos s'impose pour la fixation des souvenirs qui doivent persister et pour l'élimination des matières polarisées mal fixées, encombrantes par leur mobilité même. L'embarras de la cellule par les *polarisations* mal fixées est, entre les facteurs préparatoires du sommeil, certainement non des moindres.

Le réflexe-sommeil.

Mais plus j'y pense et plus je constate qu'en tout ce qui précède, si l'on voit bien de quoi expliquer la raison du sommeil, on n'y trouve pas l'explication de son allure brusque à la venue et brusque au réveil. On n'y trouve pas non plus la cause d'un rythme qui, pour être commandé par la régularité des jours et des nuits, n'en existe pas moins indépendamment d'elle. On n'y trouve pas, en réalité, l'explication du phénomène qu'il reste maintenant à tenter.

Les faits qui viennent d'être rappelés : brusquerie dans l'acte de s'endormir et brusquerie dans celui de s'éveiller, rythme dans l'apparition, sont l'indice certain que le sommeil, tout inactivité qu'il paraisse, est le fait d'une fonction, d'une activité. Il est en réalité l'expression intellectuelle réflexe des excitations soporifiques, *un réflexe*, et représente comme tel les effets d'une intelligence dont on doit reconnaître l'impression, l'intellection, l'expression, et déterminer le siège.

Le mécanisme en question n'est sans doute pas aussi simple que celui par lequel on ferme les paupières des poupées quand on les couche, mais il n'en est pas moins très accessible au raisonnement inductif. Je demande pardon de cette comparaison avec un mouvement mécanique très élémentaire; si triviale qu'elle puisse paraître, elle mérite d'être présentée pour faire saisir clairement toute la portée du fait fondamental qui est à la base de la théorie, celui qui fait du sommeil un acte réflexe.

Impression. — Les agents excitateurs du sommeil sont bien connus de tous et l'on n'a qu'à rappeler ce qui fait dormir pour en avoir l'énumération présente à la mémoire :

1° La position horizontale ;

2° L'occlusion des paupières ;

3° Toute une série d'excitations sensorielles ayant en commun l'uniformité et la durée. Ce sont :

a) Le regard fixe et prolongé sur un objet immobile ou se mouvant en un rythme régulier ;

b) La répétition d'un même son dans un rythme uniforme, et aussi la prolongation d'un même son ;

c) Les attouchements traînants de la face et des membres, répétés longuement et dans un rythme uniforme, appelés *passes magnétiques.*

4° Les appels par l'intermédiaire du geste en général et du langage en particulier, soit sous forme d'allusion, soit sous forme d'injonction, autrement dit : les *suggestions* ou excitations de l'idée sommeil.

5° Mais, le sommeil, une fois commencé, dure. Si notre explication est vraie, si le sommeil représente bien une fonction d'activité réflexe, il lui faut une provocation incessante pendant tout le temps de sa durée. Quelle est cette excitation? Quelle est, en d'autres termes, l'excitation naturelle permanente qui vient prendre lieu et place de l'excitation soporifique accidentelle ? Il ne saurait, j'imagine, y avoir aucune hésitation à ce sujet. Cette excitation réside dans les mouvements organiques et en particulier *les mouvements de la circulation*, auxquels on ne connaît pas de sommeil.

Voyez donc comment s'explique maintenant le caractère général des impressions soporifiques. Elles ont l'allure commune de répétition, douce et uniformément rythmée, celle de la sensation que l'on éprouve à se sentir vivre dans l'état d'inactivité des sens et soumis aux seules excitations des mouvements organiques : le sourd mugissement qui est le tic-tac habituel de notre propre moulin.

Que ce tic-tac vienne à s'altérer et la cessation du sommeil en résulte aussitôt. Est-il rien, en effet, qui réveille comme les intermittences du pouls? Je le demande à tous ceux qu'ont surpris les intolérances du tabac. On s'endort, et puis, tout à coup, on est éveillé brusquement dans une palpitation. Cet exemple me paraît montrer à l'évidence combien la régularité de la circulation est un facteur important du sommeil. J'ajoute que la régularité de pouls du dormeur est un fait constant, si connu des médecins, qu'ils s'en servent couramment pour le diagnostic des états vésaniques simulateurs du sommeil. Un pouls battant irrégulièrement sous l'influence de la venue du praticien, ou des paroles qui se disent, ou des événements qui surviennent, est un indice de veille.

Remarquez que nulle distinction n'est faite entre les provocations naturelles et les provocations artificielles du sommeil. Elles se confondent absolument, si bien que, sous leur vocable, vient à se confondre aussi ce que l'on a appelé *magnétisme animal*, très justement dénommé de nos jours *hypnotisme*, et dont toute l'histoire se confond avec la physiologie du réflexe sommeil. Le *narcotisme*, au contraire, s'en écarte formellement.

Siège de l'impression soporifique : Comment reconnaître, au milieu de ces diverses excitations, un signe, un fil conducteur qui permette de déterminer le siège anatomique de l'impression soporifique dans l'organisme intellectuel?

Faites attention que, dans l'énumération ci-dessus, il y a une excitation qui est une idée, c'est-à-dire une impression du domaine de l'intelligence corticale. Voilà, fixée, pour une partie du moins, l'origine intellectuelle du réflexe soporifique dans les cellules corticales d'impression, et tout concourt pour montrer qu'il en est de même du

reste. Nous croyons, en conséquence, que les organes d'impression de l'intelligence soporifique siègent dans l'écorce des hémisphères, et plus spécialement dans les cellules représentant l'impression dans l'intelligence supérieure. Il reste à en déterminer plus précisément la place.

On doit d'abord considérer comme points d'origine du sommeil-réflexe tous les foyers appartenant à la constitution de l'idée sommeil. Cela découle évidemment de tout ce qui précède.

En second lieu, et plus spécialement, l'on doit considérer comme points d'origine du sommeil-réflexe les cellules corticales correspondantes à la sensation des paupières fermées, ainsi que tous les foyers dispersés correspondants à celle de la station couchée.

Il est enfin une dernière origine qui répond à des impressions quelconques, pourvu qu'elles soient prolongées, ou de rythme uniforme et de faible quantité, et qui a, par conséquent, pour siège, l'ensemble des foyers impressionnels de l'intelligence supérieure.

En résumé, le point de départ du réflexe-sommeil apparaît dans l'excitation des centres corticaux répondant à l'idée du sommeil, à ceux où siège la conscience des paupières fermées et de la station couchée, à toutes les cellules d'impression dans le domaine de la connaissance, lorsque l'excitation a lieu suivant un certain mode ; enfin, d'une manière tout à fait générale, *il réside dans le domaine cortical de l'impression.*

Expression. — On connaît des réflexes moteurs. On connaît des réflexes sensoriels ou de sensibilité récurrente auxquels nous attribuons la fonction équilibrante sensorielle. Le réflexe du sommeil n'appartiendrait ni à l'une ni à l'autre de ces catégories, puisque son résultat est l'inactivité. C'est un réflexe neutralisant et plus précisément

interférent, pour employer à nouveau l'expression que Claude Bernard a imaginée dans l'explication des phénomènes nerveux d'arrêt.

De même que les interférences lumineuses correspondent à des extinctions de lumière, de même aussi les interférences nerveuses répondent à des extinctions de courants nerveux.

Suivons-en la marche : tôt émané des cellules d'impression corticale, le courant spécialement doux, continu ou uniformément rythmé (produit par les impressions tactiles, auditives ou visuelles appropriées, et le courant sans doute analogue émis par les foyers spéciaux qui ont été énumérés), gagne les foyers de l'intellection supérieure, s'y répand en tous sens, est trop faible pour se propager au loin, mais non trop faible pour créer autour de l'écorce cérébrale une zone de courant centrifuge contre laquelle se viennent buter toutes les impressions ultérieures.

Il suit de cet exposé, imaginaire sans doute, mais dont on ne saurait nier l'apparence véridique, que *le sommeil est le courant réfléchi* qui, sous l'influence des excitations énumérées, enveloppe le foyer cortical de l'impression dans son ensemble; tel un léger brouillard né des premières lueurs du jour, recouvre la plaine et cache aux yeux les rayons du soleil.

Sommeils partiels (double personnalité, amnésies, anesthésies, parésies).

Le sommeil est ou bien général, c'est le sommeil proprement dit; ou bien il est partiel, et en voici les principales formes :

On peut hypnotiser à volonté certaines chaînes d'idées, ou chez un hypnotisé général, exclure du réveil certaines

chaînes également. On peut même en circonscrire assez pour provoquer les allures d'une *double personnalité :* la personnalité complète et une personnalité amoindrie de toute une série d'idées ou de souvenirs.

Le sommeil partiel est, sous une autre forme, connu de tout le monde; c'est ce que l'on nomme à tort *défaut momentané de mémoire*. En réalité, la mémoire ne fait point défaut, et la preuve en est qu'une circonstance favorisante quelconque, une banale association d'idées réveille le nom cherché, très bien fixé dans le domaine du souvenir, mais endormi derrière une interférence accidentelle.

La migraine produit un grand nombre de ces sommeils partiels dans les domaines les plus variés de l'entendement. On connaît, en particulier, dans la migraine, la disparition plus ou moins complète de moitiés entières du champ visuel, de la vision entière d'un œil ou même de la vision totale.

L'interférence peut porter ses effets jusque dans les fonctions intellectuelles à terminaison motrice et provoquer des parésies qui sont des *sommeils partiels de la motilité*. C'est le cas, en particulier, de plusieurs variétés d'aphasie. L'observation en est faite quelquefois dans la migraine, mais elle y est rare. Elle est fréquente dans les explosions violentes du sentiment, telles que la peur, dont on sait les effets paralysants. Elle est plus particulièrement le propre de l'état morbide que l'on nomme *hystérie*.

L'hystérie, un état fréquent chez les jeunes sujets des deux sexes, et en particulier chez les femmes, consiste en une extraordinaire finesse et délicatesse de sentiment, le rendant très impressionnable à toute excitation. Les excitations soporifiques y sont particulièrement promptes à effet, et ces effets se présentent sous toutes les variétés possibles : sommeils partiels aux limitations les plus variées

dans tous les ordres d'idées, jusques et y compris les idées motrices. Les anesthésies et les paralysies sont le lot de ces malades avec toutes les étrangetés des hypnoses partielles ou totales allant jusqu'à la léthargie. On décrit très bien en particulier (voir p. 154) les anesthésies de la vue connues sous le nom d'*amblyopie* et d'*amaurose* hystériques. (Les convulsions dont sont atteints aussi ces névrosés ne sauraient naturellement rentrer dans le cadre des interférences, à moins que ce ne soit indirectement et par l'exclusion des centres préposés aux régulations motrices.)

Le réveil.

Le réveil résulte notoirement de toute impression forte. Cela ne peut signifier autre chose, sinon qu'il est la victoire de l'impression sur la résistance du nuage d'interférence.

Mais, dira-t-on, il y a le réveil spontané et rythmique survenant quand les réparations organiques ont atteint leur plein effet et que les cellules nerveuses elles-mêmes ont réparé leurs pertes, éliminé leurs crasses encombrantes. En réalité, est-il si spontané qu'on veut bien le dire, et ne se souvient-on pas généralement, même au plus doux réveil, de sa cause occasionnelle, si minime soit-elle? Après un long repos, quand les nerfs sont dégagés de toutes scories, qu'ils sont à nouveau approvisionnés de force alimentaire, un rien suffit à vaincre le minime courant interférentiel alimenté par les excitations organiques.

Mais, ajoute-t-on encore, il y a le réveil spontané, voulu. Oui, sans doute, le vouloir peut s'appliquer au réveil, mais le réveil n'en est pas pour cela spontané. Réfléchissez que si je me suis proposé de me réveiller à telle heure et que je me réveille en effet, ce n'est point spontanément,

mais en vertu d'une excitation spéciale associée dans la mémoire à l'idée de l'heure, de telle façon que les seuls indices habituellement suffisants à en donner au dormeur le vague sentiment évoquent, dans le cas particulier, la force polarisée, et y puisent les éléments d'une émotion vive capable de surmonter les interférences.

Réveil partiel. — Ainsi que le sommeil, le réveil peut être partiel, et l'on en observe tous les degrés, depuis la simple perception d'un fait, et les quelques associations d'idées qui s'y rattachent, jusqu'au somnambulisme, état dans lequel le sujet, quoique endormi, mais partiellement réveillé, peut accomplir des actes partiellement réfléchis.

Conclusion.

Une conclusion générale se dégage enfin de cette étude du sommeil, c'est l'incessante activité de l'intelligence supérieure. On s'en doutait par les *rêves*, idées frustes aux associations lâches et mal ordonnées. Mais les rêves ne représentent pas une activité continue. La continuité est faite à côté d'eux par le sommeil lui-même.

En d'autres termes, et telle est la vérité d'ordre tout général sur laquelle il faut insister en terminant : la force individuelle, dans son organisation dernière en intelligence supérieure, n'interrompt jamais le fil de ses évolutions, *le sommeil lui-même est une activité.*

Dormir est accomplir un acte de la pensée, c'est éveiller et entretenir un courant d'interférence autour de l'écorce cérébrale.

LIVRE IV

L'HARMONIE.

Définition et preuves.

L'harmonie, du grec ἁρμός, qui signifie engrenage, est « l'engrenage » ou l'action réciproque des émotions les unes sur les autres.

On dit qu'il y a *accord* quand des émotions multiples parviennent, en s'articulant, à produire un résultat commun d'association, et *désaccord* dans le cas contraire.

L'influence réciproque des émotions les unes sur les autres est démontrée de la façon la plus péremptoire par l'observation immédiate que nous en faisons à chaque instant dans tous les domaines. Dois-je rappeler les faits qui ont montré la couleur variant pour une même impression suivant son entourage : le même blanc ou le même noir différemment nuancé, suivant que l'on a plaqué sur lui une tache de couleur opposée ?

Ne sait-on pas des oueurs ce que le bourdonnement de la mouche peut devenir sous l'archet du violoncelliste ; et des saveurs ce que l'amer piment change de caractère en entrant dans la composition d'un ragoût; et des odeurs ce que les relents de l'écurie empruntent aux plus suaves senteurs ; et des toucheurs ce qu'est la fraîcheur de la source devenue le froid glacial du cadavre ou la dureté du bois devenue mollesse de la pierre; et des sentiments,

enfin, ce qu'est, entre autres, l'horreur du massacre devenue l'ivresse guerrière ?

Je n'en finirais pas si je voulais entrer dans les détails de ces exemples. Les indiquer suffit à prouver l'existence d'un jeu de relations entre les émotions, d'un engrenage qui est le mécanisme de l'harmonie. Un fait les résume tous; c'est l'unité de la connaissance individuelle ou notion de personnalité, un phénomène harmonique s'il en fût. Qu'on se figure pour un instant les émotions circulant isolées et sans communication entre elles, c'est la négation de notre personnalité. Vous souvient-il des pages consacrées antérieurement à la personnalité, constituée, disions-nous, par la continuité de tension dans un même foyer, et de sa comparaison avec le fil des Parques (p. 173)? Cette comparaison peut être reprise pour être appliquée à la connaissance. Si l'unité psychique est constituée par la continuité de la tension, celle de la connaissance, elle, est constituée par la contiguïté du mouvement simultanément ou successivement communiqué aux diverses parties de l'immense foyer multiloculaire que représente l'intelligence.

L'harmonie étant ainsi définie et prouvée, l'on veut s'attacher à déterminer d'abord quel en est le fonctionnement général pour en présenter ensuite les principales applications.

CHAPITRE I.

PRINCIPES DE L'HARMONIE.

Les relations entre les émotions, qui, disons-nous, constituent l'harmonie, doivent être analysées, ainsi qu'on a fait de l'émotion elle-même, dans leur mécanisme et dans leurs effets.

I

MÉCANISME.

Comme les dents d'un engrenage qui serait fait de deux organes actionnés, chacun de mouvement propre, les émotions mises en contact peuvent s'entraîner mutuellement et fusionner leur puissance dans un effort commun, ou bien aussi elles peuvent s'éviter en s'écartant.

Fusionnement des émotions.

J'emprunte aux faits journaliers de l'harmonie des chemins de fer une comparaison propre à éclairer utilement le mécanisme de l'harmonie intellectuelle dans toutes ses parties. En voici les premières indications applicables au fusionnement :

Considérons une série de trains devant concorder en un même lieu. Deux manières sont à leur disposition : ou bien ils formeront un convoi commun en *mélangeant* leurs voitures au premier carrefour ; ou bien, demeurant sépa-

rés, ils viendront *s'agréger*, soit que, venant par des voies différentes, ils se rangent à côté les uns des autres, soit aussi que, venant par la même voie, ils se rangent à la suite les uns des autres formant alors autant d'arrivages *répétés*.

Il en est de même pour les émotions dont on connaît les fusionnements par mélange et par agrégation ou répétition.

Fusionnement par mélange. — Le mélange a lieu quand des émotions, venant de divers côtés, arrivent à la connaissance entièrement fusionnées dans l'intensité, le temps et le lieu. Deux cas se présentent : celui du mélange d'émotions identiques et celui du mélange d'émotions différentes.

Un exemple du mélange d'émotions identiques est fourni par la vision binoculaire appliquée à l'acuité visuelle. Il a été montré antérieurement comment l'acuité visuelle binoculaire, comparée à celle que fournit un seul œil, obéit à la loi de relation logarithmique entre les sensations. L'effet est, disions-nous, le même quand, fixant un dessin avec un œil, on ajoute à cette vue l'action de l'autre œil, que si l'on avait doublé l'éclairage. Les émotions se sont donc exactement superposées dans l'intensité, comme dans le temps et le lieu : elles se sont mélangées. Les émotions qui composent ce mélange sont identiques, provenant de la fixation par les deux yeux d'un seul et même dessin (p. 220 et 227).

Un exemple du second cas est fourni par la vue dans le fait des couleurs composées. Supposez un faisceau de radiations lumineuses diverses. Chacune de ces radiations prise isolément éveille une sensation, partant une émotion différente. Mais si différentes soient-elles, ces émotions n'en fusionnent pas moins dans l'intensité comme dans

le temps et dans le lieu en une sensation définitive commune et unique.

Un autre exemple peut être emprunté à la musique dans la résultante, tierce, quinte ou autre, obtenue de l'audition simultanée de deux notes. Certainement l'accord entendu, plus intense que chacune des deux notes qui le composent, commençant avec la frappe des deux notes et finissant avec elle, est un mélange intime d'émotions fusionnées.

Les mélanges harmoniques d'émotions différentes sont appelés, dans le langage des musiciens, des *accords*, et dans celui des peintres, des *teintes*. Une teinte de couleur comme un accord musical sont l'un et l'autre le produit résultant de la fusion de deux ou plusieurs émotions. Ces émotions n'ont pas besoin d'être frappées simultanément. L'une d'elles peut être empruntée à la mémoire et mérite alors le nom de *tonique*.

Dans le domaine des valeurs, les mélanges prennent le nom de *mesures*. Pour mesurer une valeur quelconque, il faut, en effet, la confondre ou la mêler avec une autre valeur de même espèce servant d'étalon; la pensée remplace le même procédé dans ses estimations (grand, petit, etc.), soit qu'elle mêle deux valeurs actuelles ou qu'elle ait recours aux données de la mémoire pour lui emprunter l'émotion étalon. Il semble que le langage ait eu conscience de cette opération par le choix même des mots *mêler* et *mesurer*, empruntés en français comme dans d'autres langues, à un radical commun.

Fusionnement par agrégation. — Enchaînées par des coïncidences exclusives soit de lieu, soit d'instant, soit d'intensité, des émotions multiples peuvent fusionner dans la connaissance tout en gardant leur individualité propre. Les parties qui les composent ne sont point confondues, elles sont seulement articulées en un ensemble commun.

Elles fusionnent, si l'on veut, mais par simple agrégation ou assemblage.

Les éléments de l'agrégation, tout en conservant leur autonomie, n'en exercent pas moins, les uns sur les autres, une influence réciproque très marquée. Nous l'avons bien vu dans la couleur pour les assemblages de forme comme pour les assemblages de teinte. Faites intervenir dans un dessin un élément quelconque d'espèce nouvelle, ou bien dans une toilette une tache d'autre couleur, et tout aussitôt la sensation harmonique du dessin ou de la toilette a subi une altération absolument générale. Nous avons dit que, pour ce fait, les assemblages ont pris en couleur le nom de *nuances*, chaque teinte subissant comme l'effet d'un brouillard, ou d'une nuée, par le changement de l'un quelconque des éléments de son voisinage. Le même fait est très facile à saisir en musique, où l'on sait bien qu'introduire une note nouvelle dans un ensemble, est changer le caractère de cet ensemble.

Les changements provoqués par l'agrégation peuvent porter sur divers éléments : intensité, saturation, teinte, etc., et c'est ainsi que l'on connaît, dans tous les domaines, des nuances de catégories multiples.

On dit, des émotions agrégées, qu'elles sont semblables quand un ou plusieurs de leurs éléments : amplitude, temps, lieu, hauteur, leur sont communs (une similitude complète est l'identité). On nomme *dissemblables*, au contraire, les émotions lorsqu'elles se font opposition dans quelqu'un de ces mêmes éléments. Mais, pour que l'opposition porte, il faut qu'il y ait un point de contact : s'il y a opposition dans le temps, qu'il y ait quelque rencontre dans le lieu, et ainsi de suite, sans quoi il n'y aurait pas d'harmonie possible. Les *similitudes* ou harmonies d'émotions semblables et les *dissemblances* ou harmonies dis-

semblables appartiennent donc toutes deux au mécanisme d'agrégation.

On nomme *contrastes* les assemblages d'émotions contraires, opposées ou dissemblables. Le mécanisme de l'évitement joue ici son rôle partiel à côté de celui de l'agrégation.

Évitement des émotions.

Nous empruntons le terme *évitement* au mécanisme des chemins de fer et demandons : « Avez-vous jamais songé pourquoi les trains qui circulent dans un réseau de chemins de fer, vont et viennent en tous sens sans jamais se heûrter ? »

Pourquoi ? Mais c'est bien simple, parce que les trains arrivés à destination s'écartent, reviennent, ou, s'ils s'arrêtent, se mettent en gare hors la ligne. Dans cette comparaison est en germe toute une part importante du mécanisme de l'harmonie, celle de l'évitement. Au transport d'aller, qui est le courant direct, l'harmonie oppose : 1° un mouvement d'écart, le réflexe moteur ; 2° une récurrence, le réflexe de sensation ou contraste ; 3° enfin, un garage, le réflexe différé au moyen de la polarisation ou mémoire.

Évitement par écart : réflexe moteur. — Est-il nécessaire de rappeler à nouveau des exemples du réflexe moteur? Pour le lecteur qui aurait oublié, je cite brièvement : la rétraction du membre surpris par une impression de chatouillement, de pincement, de brûlure ; les contractions de la pupille par l'impression de la lumière sur la rétine ; les mouvements de déglutition provoqués par la présence du bol alimentaire dans l'arrière-gorge, ceux de vomissement par le chatouillement de la luette ou par

la présence de matières indigestes dans l'estomac, etc., car il en est dans tous les organes pourvus de muscles.

Le problème de l'évitement est ici fort simple. L'émotion, centripète à l'arrivée dans les foyers de l'intelligence, est centrifuge au départ et va s'éteindre définitivement en une transformation motrice : la contraction musculaire. Les voies sont distinctes, représentées, d'une part, par les nerfs dits *sensitifs*, d'autre part, par les nerfs moteurs; nulle collision n'est donc possible et le réflexe moteur est bien une solution complète du problème de l'évitement harmonique.

Mais les impressions ne donnent pas lieu qu'à des mouvements.

Évitement par déviation récurrente : réflexe sensitif ou contraste. — L'étude de la couleur (p. 68) a appris que toute émotion née de l'impression et parvenue à l'intelligence éveille secondairement une émotion complémentaire ou de contraste. C'est une excitation en retour des foyers ménagés par l'impression première, un réflexe, point de départ à son tour d'un nouveau réflexe inverse plus faible, et ainsi de suite en oscillations décroissantes jusqu'à l'extinction complète de l'ondulation. Les voies d'aller et venue sont celles de fibres différentes, il ne saurait donc être question d'une stricte récurrence, pas plus que dans les chemins de fer à double voie.

L'analogie de ce phénomène est complète avec ce que l'on observe dans la mécanique des liquides contenus en des vases communiquants. Un vase ayant été surchargé, une onde se produit qui se répartit entre tous, tôt suivie d'une onde plus faible de retour. Il en résulte un jeu d'oscillations semblables à celles des plateaux de la balance, entre lesquelles, et c'est là ce qui importe au point de vue de l'évitement harmonique, nulle collision n'est possible.

L'oscillation va, finalement, s'éteignant, et un équilibre s'établit par le jeu des contrastes (p. 116). Les contrastes apparaissent, en dernière analyse, comme un mécanisme d'évitement et d'extinction au même degré que le réflexe moteur lui-même.

Évitement par garage : réflexe différé ou de dépolarisation. — On vient de dire que l'émotion est éteinte dans les oscillations des contrastes sensoriels. C'est vrai ; mais on sait qu'il n'est pas, en physique, d'extinction absolue qui soit un anéantissement. En réalité, il ne peut s'agir que d'une transformation, celle que l'on observe à l'intérieur de tous les appareils de production électrique : la polarisation.

La polarisation est le mécanisme de garage de l'émotion. Elle en fixe matériellement une partie et la met à l'écart. C'est la mémoire, synonyme de polarisation dans le langage psychologique. Devenue mémoire, l'émotion est sortie temporairement de la circulation nerveuse, elle ne la gêne plus, la voie est libre. La mémoire appartient, à ce titre, au mécanisme de l'évitement harmonique.

Mais la mémoire est une matière fragile que des riens dissolvent, et le courant reprend, au moindre choc approprié, la voie de retour, semblable à ces wagons surchargés que l'on a laissés pour les décharger, et que les trains prennent en revenant. Ces courants ultérieurs, nous les appelons des *réflexes différés* et devons les considérer comme tels. Conséquence directe d'impressions et d'émotions vécues, ils sont liés à elles au même titre que le réflexe immédiat, et leur appartiennent sans contredit. Je les comparerais volontiers aux traînards de l'armée qui rejoignent leur corps le lendemain de la bataille.

La mémoire appartient donc bien certainement au mécanisme de l'évitement.

II

EFFETS DE L'HARMONIE.

L'harmonie des émotions a pour résultat de donner naissance à des émotions nouvelles dont les effets, comme ceux de l'émotion elle-même, sont de sensation et d'expression. Le mot *sensation* désigne, je le rappelle, l'émotion considérée au point de vue exclusif du sujet qui la subit. Le mot *expression* désigne l'étape ultime de l'émotion, celle qui marque sa sortie hors de l'individu.

La sensation harmonique.

La sensation harmonique est la sensation ou émotion qui résulte du conflit des émotions mises en contact par le mécanisme de l'harmonie. On la désigne souvent aussi par le seul mot *harmonie*. Le même mot s'applique donc à la fois au mécanisme de l'engrenage entre les émotions et à son effet sensible.

Genèse. — Reprenons, pour éclairer ce sujet, l'exemple emprunté à l'harmonie des chemins de fer. Voici, par exemple, la station de Lyon, station intermédiaire sur la voie de Paris, centre que nous comparons au siège intellectuel de la connaissance. Les trains affluent à Lyon venant de Marseille, de Grenoble, de Saint-Étienne, et, arrivés, ils se dissocient pour former des convois nouveaux allant en des directions diverses : les uns prennent les voies de retour, tandis qu'une partie importante des wagons est réunie à part pour prendre la voie centrale de Paris. Considérons ce dernier convoi : il est formé d'éléments venant du Sud, de l'Est et du Centre, qui ont con-

servé chacun leur caractère individuel. Néanmoins, il est né de cet amalgame un tout nouveau représentant le train du Sud-Est. Je suppose que l'on soit au moment d'un événement considérable, comme d'un revirement de politique, qu'est-il arrivé ? Les opinions diverses dans les départements différents d'où partent les voyageurs, se sont amendées, chemin faisant, au contact les unes des autres, et il en résulte, à l'arrivée à Paris, une sorte d'idée commune qui est l'émotion harmonique du Sud-Est, et qui, mise en contact avec les mouvements similaires venant de toutes les directions, fera ensuite l'émotion harmonique de la France.

Il en est de même s'il s'agit de marchandises de l'ordre des produits agricoles. Abondantes dans une région, rares dans l'autre, elles prennent, une fois réunies, une valeur relative nouvelle en attendant qu'aux halles centrales elles en acquièrent une définitive : la valeur marchande de Paris. J'aime à retenir ce terme de *valeur marchande*, quantité changeante et toute relative, résultat de la collision des marchandises en un même foyer : elle est une image vraie de l'émotion ou sensation harmonique dont le mécanisme reste à analyser directement.

L'émotion harmonique naît, disons-nous, du concours de plusieurs émotions. Or, cette collision ne peut avoir lieu que dans un foyer commun. Les émotions se répandent en ce foyer, y provoquent des ondes différentes dans le lieu, le temps et l'amplitude, comme feraient des pierres jetées en plusieurs points dans une cuve d'eau. Ces ondes s'entraînent mutuellement, fusionnent ou bien s'évitent, et il en résulte une ondulation finale dont le moment, le sens, l'amplitude sont le produit des additions et soustractions intervenues dans le choc des ondes primitives. L'onde finale ou résultante du bassin intellectuel où s'opère la mise en relation ou l'harmonisation entre plu-

sieurs émotions est l'émotion harmonique. Son mécanisme, fort simple, apparaît donc dans le conflit naturel d'ondes nerveuses mises en contact en un foyer ultérieur commun.

Mais l'harmonie est une réalité distincte de ses composantes, une sensation *sui generis* localisée en un foyer spécialement affecté à cet effet. Je rappelle que la démonstration en a été précédemment rencontrée dans la couleur et développée à propos de ses gradations. On a montré (p. 144) les sensations harmoniques de teinte disparues par le fait des destructions partielles de l'écorce cérébrale, alors que les éléments visuels, valeur et hauteur dont elles procèdent, étaient demeurés intacts. Les sensations de forme sont disparues également, alors que les éléments visuels qui nous les rendent sensibles, les points, sont vus exactement. On voit de même disparaître la notion auditive des mots, alors que les sons sont perçus très distinctement, et l'on pourrait sans nul doute assister également à la disparition des sensations de tierce, quinte et autres accords, alors que celles des notes qui les composent persistent dans leur intégrité.

Je signale aux amateurs d'ancienne philosophie l'analogie du problème ainsi posé et résolu avec celui des universaux qui a rempli le moyen âge de la dispute entre les nominalistes et les réalistes. Pour les réalistes, les *universaux*, nous dirions aujourd'hui les généralités (l'Église, l'homme en général, etc.), étaient des réalités : *Universalia sunt realia.* Pour les nominalistes, elles n'étaient plus que des souffles de la voix ou des noms: *Universalia sunt nomina.* Pour nous, considérant, par comparaison, les généralités comme des harmonies au même titre que les sensations harmoniques, nous serions tentés d'en faire à notre tour des réalités comme l'a voulu l'orthodoxie ca-

tholique, mais notre intention ne pouvant être de prendre parti dans l'ancienne querelle, nous nous bornons à un simple rapprochement. Peut-être fixera-t-il dans l'esprit, de façon à ne le point laisser oublier, que *les sensations harmoniques sont des réalités distinctes des sensations qui leur doivent naissance*.

C'est là un fait de première importance et dont la raison anatomique peut être entrevue. Il suppose entre les étages superposés de la connaissance l'existence de carrefours intermédiaires faisant de chacun un organe équilibré en lui-même. En d'autres termes, l'autonomie des sensations harmoniques, leur réalité distincte, impliquent pour chacune une organisation rétinienne complexe et suffisante.

Variétés génériques. — Il y a des harmonies simples ou *élémentaires* naissant du concours des simples émotions, des harmonies *supérieures* produites par le conflit des précédentes, et enfin des harmonies *complexes*, fruit des relations entre ces dernières. Les expressions *unité*, *teinte* (ou *mesure*), et enfin *nuance*, correspondent à cette gradation, elles représentent les groupements génériques communs à toutes les espèces d'harmonies. Nous les retrouverons bientôt comme base de classification.

Si étrange que cela puisse paraître au premier abord, la notion d'*unité* appartient sans contredit aux harmonies. Le fait seul de sa limitation en implique la relativité. De même qu'il n'est pas de combinaison, teinte ou nuance, qui ne puisse être prise comme point de départ, et partant comme unité de combinaisons nouvelles, de même aussi une unité quelconque est toujours supposée dissociable et représenter, par conséquent, la nuance ou la teinte d'autres unités plus élémentaires. Point élément en soi, l'unité est, en définitive, l'élément relatif au seul groupe que l'on considère.

L'harmonisation des unités entre elles est l'acte de mesurer, et l'harmonie supérieure qui naît de ces opérations, prend les noms différents de *mesure*, *nombre*, *forme*, *rythme*, *saveur*, *odeur* et *teinte*, suivant les circonstances. Le terme *teinte*, employé dans son acception générique, les englobe tous et s'applique, par conséquent, aux harmonies supérieures nées du concours des harmonies élémentaires. Elle est la sensation effective née du mélange par lequel l'individu perçoit le rapport des unités.

L'harmonie complexe née du conflit des précédentes, ne représente plus, comme les teintes et mesures, un rapport simple. Elle est le résultat sommaire de rapports agrégés et enchevêtrés par l'influence réciproque qu'ils exercent les uns sur les autres, et prend les noms différents d'*expression mathématique*, *conformation*, *figuration rythmique*, *fumet et nuance*. Le terme *nuance* peut être employé d'une façon générique pour les distinguer tous. Les nuances sont des agrégations harmoniques.

Les unités, teintes et nuances, se partagent le domaine total de la connaissance.

L'expression harmonique.

J'appelle expressions harmoniques les effets qui marquent, avec la fin de courant émotionnel né de l'harmonie, son issue hors les voies de l'innervation. Ce sont toutes les sortes d'expression que nous avons appris à connaître de l'émotion en général : l'expression sensible, l'expression efficiente (motrice et autres), et la mémoire dont nous pouvons joindre ici l'histoire à celle de l'expression efficiente.

Expression sensible ou sensation équilibrante de contraste.— Pour bien comprendre ce qui suit, il est indispen-

sable que l'on s'entende tout d'abord sur le sens du mot *émotivité*. La faculté d'un foyer nerveux à s'émouvoir est son émotivité, elle dépend de ses tensions et quantités. De même qu'émotion est dite *sensation* quand on la considère au point de vue subjectif, de même aussi l'émotivité devient la *sensibilité* (voir p. 199) quand on la considère à ce point de vue. Émotivité et sensibilité sont donc des termes synonymes pour exprimer une même chose considérée, une fois, au point de vue objectif, et l'autre fois, au point de vue subjectif. Il m'a paru utile d'établir ce parallèle parce qu'on parle plus souvent d'équilibre de la sensibilité, et qu'en réalité tout ce qui a trait à l'une est également le fait de l'autre.

Ceci posé, il semble naturel qu'un équilibre relatif doive exister dans l'émotivité des éléments d'un même champ nerveux et ne puisse être détruit par les émotions intercurrentes sans qu'aussitôt une régulation intervienne. A défaut de cette régulation, la valeur relative des impressions serait incessamment altérée et leur comparaison rendue impossible ; or, la comparaison des impressions est la base de toute connaissance. Une incessante équilibration ou un nivellement de l'émotivité est donc indispensable au jeu relatif des émotions, et l'harmonie préside à ce nivellement.

Veut-on une comparaison propre à éclairer le sujet. Je l'emprunte d'abord au domaine de la couleur dans lequel la question a déjà été soulevée (p. 116). C'est le tableau noir sur lequel on a dessiné à la craie : il faut, pour qu'un autre dessin y apparaisse nettement, que le précédent ait été effacé. Ou bien encore, soit pour exemple cette surface d'eau dormante sur laquelle on a déterminé, par le jet d'une pierre, des ondulations : il faut, pour qu'un autre jet de pierre produise librement ses ondulations propres,

que le niveau de l'eau soit rétabli. Mais, dans les foyers de notre pensée, les émotions se précipitent les unes sur les autres, simultanées et consécutives, et pourtant, nous les distinguons avec une remarquable netteté ; quel est donc le mécanisme qui a charge d'aplanir incessamment et d'unifier la tension, d'égaliser ce que l'on peut appeler, avec la littérature, le *miroir de la pensée*, ou, plus exactement, d'entretenir le niveau de l'émotivité ?

Le mécanicien chargé de résoudre un pareil problème y pourrait arriver par la réparation des parties usées et aussi par le procédé inverse consistant, non plus à remplacer la force perdue, mais à user les autres à proportion, à écouler secondairement autant de force de tous les foyers qu'il en a pu être emprunté à quelques-uns.

Cette dernière façon est celle de l'intelligence dans les opérations ou sensations de contraste. Toute excitation d'un foyer intellectuel quelconque est suivie d'une excitation réflexe automatique complémentaire. Le moyen exige une grande dépense de force nerveuse, mais, aussi, quelles ne sont pas sa simplicité et sa promptitude.

La portée des réflexes de sensation ou harmonies de contraste apparaît ainsi dans toute son ampleur. Les contrastes sont la mise en équilibre des foyers de la sensation.

Expression efficiente. — De même que les expressions sensibles, toutes les expressions efficientes, motrices et autres, résultent d'un engrenage d'émotions. Elles appartiennent, par conséquent, aux harmonies. Le fait est patent pour les actes de la vie organique ou instinctive, plus particulièrement appelés des *réflexes*, parce que la liaison avec l'impression, qui en est la cause, est facile à saisir. Il n'est pas moins évident pour tous les autres actes quelconques issus des associations d'idées et qui peuvent être définis des réflexes éloignés. Il est non moins évident,

enfin, pour tous les emprunts à la mémoire que nous avons pu appeler des *réflexes différés*. Ne dit-on pas, chaque fois qu'une impression vive a frappé notre individu de manière à y laisser une trace : « Je m'en souviendrai ? » Et ce souvenir ne comporte-t-il pas tout un cortège harmonique d'expressions ultérieures? En résumé, toutes les expressions efficientes se résolvent finalement en actes réflexes ; toutes sont des phénomènes harmoniques.

Revenons à l'origine première, à l'impression. Il est facile de démontrer que nulle impression ne pénètre notre individu qui n'aboutisse, de neurone à neurone et d'étape en étape, à une fin qui marque le retour au repos. L'impression rompt l'équilibre dans les foyers de l'individu et l'expression le rétablit finalement. Comme l'expression sensible, et plus définitivement qu'elle, l'expression efficiente tend au complet rétablissement de l'équilibre dans les foyers de la pensée.

Conclusion : bilan de l'harmonie.

Les effets de l'harmonie nous apparaissent maintenant dans leur ensemble. Ils sont de la plus haute importance. Je les résume en terminant.

Nous avons, d'une part, les sensations harmoniques ; unités, teintes et nuances, qui se partagent la totalité de nos connaissances. Elles composent la science. Car, ai-je besoin de le rappeler, nous ne connaissons rien, tant de l'extérieur que de nous-mêmes, sinon par nos sensations, et plus précisément par les rapports entre nos sensations. Les sensations harmoniques sont autant d'individualités nées de ces rapports, elles les représentent dans la connaissance.

C'est l'harmonie, d'autre part, qui, en présence des dé-

sordres apportés à la connaissance par les émotions sans cesse renouvelées, en rétablit incessamment l'équilibre, l'apprêtant pour recueillir avec fruit des émotions nouvelles.

A quel signe reconnaissez-vous qu'un tableau est bon? demandait-on à un critique d'art. Il lui faut, répondit-il, « une force invincible, celle qu'il me semble possible de définir la force d'équilibre... l'harmonie universelle doit se révéler par tout fragment d'art, et le mot qui devient représentatif de cette nécessité et de cette beauté, c'est décidément le mot d'*équilibre* » (G. Geffroy). Nous disons, avec le critique, en serrant de plus près sa pensée et en l'appliquant, non plus à une œuvre d'art, mais au mécanisme lui-même qui nous la fait goûter, que l'équilibre est le résultat final de l'harmonie.

Portée immense de l'harmonie de fournir à la fois l'objet de la connaissance et le mécanisme de son équilibre !

CHAPITRE II.

CLASSIFICATION DES HARMONIES.

Le plan général de cet ouvrage aurait exigé, semble-t-il, que l'on traitât de toutes les sensations, et partant de toutes leurs harmonies dans la psychologie sensorielle à la suite de l'exposé de la couleur.

Telle n'a pas été la marche de nos idées, et nous avons tenu à lui être fidèle. Il nous reste à développer à cette place, où il apparaît logiquement, le thème général des harmonies ou sensations harmoniques, résumé sommaire de toute science. On ne reproduira que pour mémoire ce qui a trait à la couleur. En revanche, un chapitre étendu sera consacré aux sensations de l'ouïe, et les sentiments feront aussi l'objet d'un chapitre séparé.

On doit distinguer deux classes d'harmonies : les valeurs et les hauteurs.

I

PREMIÈRE CLASSE : LES VALEURS.

Déjà connue de l'étude de la couleur par une de ses faces, la sensation élémentaire de valeur obéit à la loi de relation logarithmique qui la relie aux impressions. Cette relation, expliquée au livre de l'Émotion, ne doit pas nous retenir ; on traitera exclusivement ici des sensations harmoniques nées du concours des valeurs.

Le concours des valeurs s'effectue dans les trois moments de l'émotion, la puissance, le lieu et l'instant; trois sortes ou familles de sensations en sont le fruit :

1° Les harmonies de l'intensité;

2° Les harmonies de l'espace;

3° Les harmonies du temps.

Famille I : les valeurs de l'intensité.

Intensité est le terme consacré pour désigner les degrés dans la gamme élémentaire de la force, quelle qu'elle soit, que l'on considère. Il s'applique couramment à la force nerveuse. Intensité de l'émotion, intensité de la sensation, sont des locutions empruntées au langage courant.

L'organisme animal possède, à des degrés très différents, la faculté d'élaborer les harmonies de cet ordre. Plus que toute autre, la force pesanteur est favorisée. Nous y employons à la fois l'impression du contact à la surface de notre corps, celle que provoque la contraction de nos muscles, et enfin la sensation même de l'effort nerveux employé à cette contraction dans l'acte de soulever ou de supporter. Les relations naturelles des intensités de chaleur, de lumière, de son, d'odeur et de saveur, sont moins favorisées. Nous savons apprécier s'il fait plus ou moins chaud, plus ou moins clair, etc., tirer, en d'autres termes, de nos impressions des harmonies immédiates, mais nous manquons des moyens physiologiques propres à élaborer ces résultats en des harmonies plus lointaines. L'instrumentation et le calcul y savent suppléer.

Genre 1 (*unités*) : LES QUANTITÉS. — L'unité harmonique d'intensité a nom *la quantité.*

On délimite une quantité directement en l'isolant par

des indications suffisantes. Ainsi, une pomme, un sac de pommes, sont des unités.

Le gramme est l'unité habituelle des quantités de poids; on sait comment il est déterminé, c'est lui qui sert de base ou de point de comparaison pour toutes les autres.

Genre 2 (*teintes*) : LES NOMBRES. — Les harmonies nées du concours des quantités sont représentées d'une façon approximative par les adjectifs minime, faible, fort, énorme, etc., et par les adverbes peu, beaucoup, etc., dans lesquels on peut déjà reconnaître les ébauches des teintes de l'intensité. En réalité, celles-ci sont plus précises. Nous les reconnaissons dans les nombres ou teintes proprement dites dans la famille des valeurs de l'intensité.

Harmonie représentant, par une sensation effective, les rapports des quantités, comme une teinte de couleur représente effectivement le rapport des hauteurs visuelles, le nombre est donc une teinte ou une *mesure d'intensité*. La preuve en est dans les observations pédagogiques de la première enfance : veut-on faire connaître les nombres à l'enfant, on ne peut autrement que de lui en faire sentir les applications sous la forme de quantités répétées. La preuve en est aussi dans cette simple constatation : apparemment appliqué hors le domaine des quantités à des longueurs ou à des temps, le nombre comprend néanmoins, et quoi qu'on fasse, un élément fondamental sous-entendu de l'ordre des quantités. Une ou plusieurs longueurs sont toujours la longueur de quelque chose ; le mètre est une longueur du globe terrestre, le jour est une durée de rotation de la terre, et ainsi de suite en toutes circonstances.

Mais, et ici je demande que l'on suive attentivement l'ordre des faits, mais l'homme apprend de l'expérience et de l'instruction à distinguer les notions d'*unité* et de *plu-*

ralité d'avec l'objet qui les provoque. En langage plus précis, cela signifie qu'il apprend à isoler la sensation harmonique d'avec les sensations élémentaires. Voici comment cela se passe généralement :

On présente à l'enfant un, deux, trois fruits, en lui faisant entendre les locutions *un*, *deux*, *trois;* on lui présente ensuite d'autres objets, et l'on répète les mêmes locutions ; puis on le frappe autant de fois et l'on répète encore ; et ainsi de suite. A la fin, l'enfant, qui a rencontré le même rapport attaché au même son dans les circonstances les plus diverses, a appris à le connaître. Il perçoit la sensation harmonique pour elle-même, indépendamment des émotions élémentaires qui la produisent, et n'en continuent pas moins à gagner, chacune pour leur compte, le domaine de la connaissance. L'enfant a appris, en d'autres termes, à sentir à part l'harmonie mathématique du nombre, à l'abstraire, en un mot.

C'est avec ces réserves et en expliquant en quoi consiste l'abstraction, que nous pouvons nous rallier à la formule de Newton, qui définit le nombre : « Le rapport abstrait d'une quantité à une autre quantité de même espèce. »

En fait, le nombre n'est donc jamais abstrait dans le sens qu'on attribue à ce mot lorsqu'on l'oppose à « concret ». Étant une harmonie, il est une émotion, c'est-à-dire un phénomène bien certainement concret. On l'appelle aussi un rapport « mathématique », et j'aime mieux cette définition, le mot μάθημα signifiant chose pensée (du radical *man*, penser, ou *math*, agiter). Le nombre étant une harmonie, est en effet un phénomène ou mouvement de pensée pure évoluant en dehors du contact immédiat des impressions qui lui ont donné naissance.

Genre 3 (*nuances*) : LES EXPRESSIONS MATHÉMATIQUES. — Fixées par des images auditives et aussi visuelles ou tacti-

les, les harmonies mathématiques élémentaires de nombre deviennent elles-mêmes l'objet d'opérations harmoniques appelées *calcul*, et plus précisément *calcul mathématique* ou de pure cogitation.

On appelle *sommes* les harmonies nées de la répétition de quantités similaires, et *différences* celles de quantités contraires. Ce sont les similitudes et les contrastes des quantités. L'opération qui procède aux premières a nom l'*addition;* celle qui préside aux différences a nom la *soustraction*. Habilement combinées, ces deux opérations aboutissent aux admirables développements purement mathématiques qui sont les nuances des nombres et constituent la science mathématique. Leurs groupements représentent des harmonies complexes embrassées sous le nom commun d'*expressions mathématiques*.

Famille II : les valeurs de l'espace.

Espace est le terme commun sous lequel sont comprises toutes les notions harmoniques de lieu.

Deux émotions quelconques frappant en des lieux différents la surface de notre corps produisent une harmonie de cet ordre. Mais l'organisation en est très diversement perfectionnée suivant les impressions que l'on considère.

Dans l'ordre des impressions mécaniques, tandis que le sens de l'ouïe permet à peine de distinguer la direction et la distance des lieux d'où les sons émanent, le sens du toucher est au contraire remarquablement développé à ce point de vue. Il est à son apogée dans la main, organe remarquable, et par sa richesse en cellules nerveuses terminales et par son extrême mobilité. Tantôt saillante, tantôt creuse, digitée à volonté ou serrée en masse, faite d'éléments opposables, opposable tout entière, portée enfin

sur un bras articulé et mobile en tous sens, la main est admirablement armée pour chercher et recueillir les harmonies de l'espace.

Dans l'ordre des impressions chimiques, l'on sait combien il est difficile de distinguer le lieu exact de production d'une odeur ; localiser une saveur est un problème du tact autant que du goût. Tout au contraire, le sens de la vue qu'actionnent les impressions chimiques nées de la transformation de la lumière, est remarquablement adapté pour recueillir avec fruit les harmonies de l'espace. Les causes en sont multiples : 1° c'est d'abord le remarquable étalement de la surface d'impression visuelle ; 2° c'est ensuite l'admirable régulation qui préside à l'accès des rayons lumineux et à leur localisation sur la partie sensible de la rétine, faisant qu'un point lumineux de l'espace se trouve allumer un point non moins précis de la fonction rétinienne ; 3° c'est enfin l'extraordinaire mobilité de l'organe visuel. Il faut rappeler surtout les mouvements simultanés des globes oculaires constamment entraînés en des excursions harmoniques autour d'axes incessamment variés et pourtant toujours parallèles deux à deux. Il y aurait trop à dire dans cette voie, je ne veux pas m'y laisser entraîner, l'indiquer suffit à faire comprendre pourquoi les harmonies de cet ordre ont trouvé, dans le sens de la vue, le degré suprême de leur perfectionnement, et nous renvoyons le lecteur à l'aperçu plus détaillé qui en a été donné dans l'étude de la couleur.

Genre 1 (*unités*) : LES LONGUEURS. — L'espace compris entre deux points détermine ce que l'on appelle une *longueur*. Psychologiquement parlant, elle est l'harmonie qui résulte d'un ensemble de sensations, une sensation elle-même ou harmonie élémentaire de l'espace.

Mais l'espace comprenant trois dimensions, comporte

des limitations de trois ordres : la *ligne*, la *surface* et le *volume*. Il est, par conséquent, des unités dans ces trois catégories. La notion de longueur convenablement appliquée sert à leur détermination.

On sait que le mètre est l'unité accréditée de longueur et l'on sait aussi comment toutes les autres lui sont rapportées.

Genre 2 (*teintes*) : LES FORMES. — Des harmonies supérieures naissent de la combinaison des longueurs dans les lignes, les surfaces et les volumes. On les appelle des *formes*. Peut-être se souvient-on encore des exemples très simples par lesquels ont été démontrés sans peine (p. 14) des accords de tierce, quarte, quinte, et leurs dérivés en grand nombre représentant des *formes fondamentales*, des *formes composées*, des *styles*, enfin, qui sont comme les teintes simples et composées de la forme. « Une ligne toute seule n'a pas de signification, il en faut une seconde pour lui donner de l'expression. Grande loi. Exemple : dans les accords de la musique, une note n'a pas d'expression, deux ensemble font un tout, exprimant une idée. » (Eug. Delacroix.)

Genre 3 (*nuances*) : LES CONFORMATIONS. — Des harmonies complexes naissent de la combinaison des formes : le relief et la symétrie. Nous les avons étudiées (p. 22) sous le nom de *conformations*, un terme qui mérite d'être maintenu, et dont je n'ai pas à expliquer à nouveau le développement. Je rappelle qu'il a été facile d'y retrouver les jeux réflexes des contrastes exactement comme dans les nuances proprement dites de la couleur. Les similitudes n'y sont pas moins aisées à rencontrer.

Famille III : les valeurs du temps.

Temps est le terme universel qui sert à désigner les rapports ou harmonies des instants.

Les sens sont très diversement organisés pour l'élaboration des harmonies de cet ordre.

D'une manière générale, tous les sens chimiques y sont fort peu appropriés. On en connaît à peine dans les saveurs et les odeurs; dans les couleurs, il n'est question que des successions lentes telles qu'en offre la nature aux levers et couchers du soleil, ou telles qu'on a tenté d'en obtenir dans les fontaines lumineuses. Aussitôt que l'on a recours à des changements plus rapides, on n'obtient que la fusion des émotions en une sensation unique.

La cause de cette infériorité du sens chimique est dans l'inévitable durée de la réaction moléculaire qui sert d'intermédiaire entre l'impression et le courant nerveux. Cette durée empêche les limitations franches et rapides du temps, les brusqueries de l'impression, qui sont la condition indispensable de ce genre d'harmonies.

Les sens tactiles sont, en revanche, très aptes aux distinctions et aux harmonies de temps. Ici nulle réaction chimique ne paraît s'interposer entre le toucher provocateur de l'émotion et la naissance du courant qui en est le résultat (voir p. 210 à 212). Le facteur intermédiaire chimique faisant défaut, il en résulte une plus exacte limitation des temps et la possibilité pour des chocs successifs de donner lieu à autant d'oscillations électriques nerveuses exactement parallèles.

On parle, et ce sont là des harmonies tactiles de l'ordre des temps, des caresses voluptueuses du velours et des âpres rugosités de la laine. Tout le monde connaît les sub-

tilités harmoniques du toucher buccal : le corps des vins, le velouté du potage, le grenu de certains aliments, autant d'harmonies qui représentent les successions plus ou moins rapprochées d'un même contact.

Le perfectionnement ultime des harmonies de temps est obtenu par le sens tactile de l'ouïe, où deux circonstances en viennent favoriser le jeu. C'est, d'une part, l'admirable appareil de transmission des sons par le tympan, les osselets et le clavier terminal appelé *organe de Corti*. C'est, d'autre part, la disposition de la rétine auditive suivant une ligne tendue en profondeur le long de la rampe du limaçon. Cette disposition donne aux divers sons des longueurs différentes à parcourir pour atteindre le lieu de l'impression ; elle entraîne nécessairement des différences dans la durée des transmissions qui doivent faciliter le fonctionnement et la limitation des temps.

Ces diverses dispositions font de l'oreille l'organe par excellence des harmonies de temps ; elles la rendent au contraire très impropre aux appréciations de l'espace pour lequel un grand développement en surface était nécessaire. Il en est résulté cette différence essentielle entre la vue et l'ouïe, deux sens également développés, mais en directions inverses : l'un, l'ouïe, est l'apanage suprême des harmonies de temps ; l'autre, la vue, celui des harmonies de lieu.

Genre 1 (*unités*) : LES DURÉES. — L'instant représentant le moment du temps où s'opère, dans le foyer de la connaissance, le changement de tension qui est le propre de l'émotion, on dit de la durée qu'elle est l'intervalle entre deux instants consécutifs. Psychologiquement, nulle émotion harmonique ne saurait naître de deux moments sans contact ; la durée, harmonie élémentaire, limitation ou unité dans le temps, ne représente donc pas une émotion

née du concours des deux émotions qui marquent ses limites, mais bien l'ensemble des émotions survenues dans cet intervalle. Une durée est, par exemple, relative à l'année, au jour ou aux fractions déterminées de jour que l'on appelle *heures*, *minutes*, *secondes*, et qui sont les temps courants estimés au mouvement de la terre même qui nous supporte, c'est-à-dire à notre propre mouvement autour du soleil.

Notons bien, cependant, qu'il n'est pas, en réalité, d'émotion durable, si l'on attache à ce terme l'idée de continuité. On a démontré, en effet, que l'émotion est, en elle-même, essentiellement passagère, et il suffit, pour le rappeler, de redire la définition de l'émotion qui est un changement d'état. Il ne peut donc être question de durée que dans le sens d'une succession rapprochée d'émotions répondant, par exemple, aux vibrations sonores qui, elles aussi, se succèdent et ne sont pas continues.

Les durées prennent, dans le langage harmonique musical, le nom de *mouvement*. Cela provient du fait qu'elles sont marquées, dans les exécutions musicales, par les mouvements de l'artiste exécutant ou dirigeant, et plus essentiellement du fait que le temps est, par lui-même, une entité mobile.

Mesure, temps et valeur, sont les noms donnés par les musiciens aux unités de durée qu'ils emploient. La *mesure musicale* est l'unité par excellence; sa durée est déterminée d'une façon toute générale par les indications vagues : *largo*, *adagio*, *andante*, *allegretto* et *allegro*. Le *temps musical* est une unité fractionnaire de la mesure que l'on divise en deux, trois, quatre, six, huit et douze parties ou *temps*. Les *valeurs musicales* sont, enfin, les unités divisionnaires de la précédente. On distingue la valeur ronde représentant le temps entier, la blanche ou demi-temps,

la croche ou huitième, la double croche ou seizième, la triple croche ou trente-deuxième, la quadruple croche ou soixante-quatrième, la quintuple croche, enfin, ou cent vingt-huitième partie du temps. Représentant des silences, ces valeurs sont appelées : *pause*, *demi-pause*, *quart de pause* ou *soupir*, etc.

Genre 2 (*teintes*) : LES RYTHMES. — Les combinaisons des valeurs dans le temps et celles des temps dans la mesure, représentent les accords ou teintes du mouvement, et sont les analogues des formes de l'espace. Il y en a de simples et de composées, exactement comme il y a, en couleur, des teintes simples ou fondamentales et des teintes composées ou dérivées.

Songez, en effet, à toutes les manières possibles par lesquelles se peuvent juxtaposer, dans une même mesure de deux, trois, quatre et jusqu'à douze temps, les fractions de temps, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128. Cela représente une variété de combinaisons très grandes et tout à fait analogues aux rapports de tierce, quarte, quinte, et à leurs dérivés que l'on retrouve dans toutes les sortes de relations harmoniques. La musique réussit à multiplier encore cette variété par les combinaisons de *triolet* et de *sextolet*, où trois unités fractionnées occupent la valeur de deux, et six la valeur de quatre.

(3) (6)

Elle l'augmente aussi par cette combinaison qu'on appelle la *syncope* et qui est le chevauchement de deux mesures par l'intermédiaire d'une valeur appartenant à toutes deux.

Il doit être facile de reconnaître, dans ces combinaisons, des *mouvements complémentaires* dont l'association par deux représente l'équilibre et caractérise le mouvement d'une musique comme la composition du blanc caractérise la palette d'une peinture. Il existe donc un *blanc de mouvement*, homologue du blanc de couleur et du blanc de hauteur musicale, que nous apprendrons bientôt à connaître.

Genre 3 (*nuances*) : LES FIGURATIONS RYTHMIQUES. — Une succession de mesures musicales unies en un tout harmonique par le fait de leur groupement et par l'intervention accessoire des harmonies de hauteur représentant une mélodie (voir chap. suivant), on appelle *figuration rythmique* la combinaison de deux ou plusieurs mélodies simultanément frappées. Les harmonies complexes qui en résultent naissent du conflit des rythmes comme les nuances de couleur du conflit des teintes de cette sensation. Elles obéissent aux mêmes lois d'équilibration expliquant les contrastes simultanés et successifs des mouvements comme de la couleur.

On appelle « figuration par le contrepoint » ou *contrepoint,* l'association à une mélodie fondamentale d'une ou plusieurs autres mélodies évoluant dans les limites de son mouvement.

On appelle « figuration fuguée » ou *fugue*, l'harmonie de deux ou plusieurs voix chantant la même mélodie commencée à des moments différents. Le canon en est le type élémentaire.

Gradation des valeurs.

Gradation progressive. — Le progrès harmonique de l'ordre des valeurs peut être suivi pas à pas dans les espèces animales.

On sait que la quantité est connue très certainement de beaucoup d'animaux, et pour le prouver, je n'ai qu'à rappeler les approvisionnements des fourmis, des abeilles et autres. Quant au nombre, on sait les expériences faites sur des oiseaux, des pies, si j'ai bonne souvenance, arrivées à compter trois chasseurs cachés dans un affût, mais n'allant pas au delà. Cet exemple est le plus remarquable d'une numération improvisée par un animal à l'état sauvage (1). L'homme, au contraire, a obtenu progressivement une extrême perfection dans ce domaine, consignée dans l'histoire de la physique et des mathématiques.

Les longueurs sont connues des animaux, et cela est prouvé par l'appréciation souvent très exacte qu'ils font des distances dans la préhension ou la marche et le saut. Les harmonies de forme apparaissent dans la régularité architecturale de leurs constructions diverses (oiseaux, insectes, castors, etc.). Quant à l'homme, on sait que le sens des formes est allé, chez lui, se développant dans chacune des étapes de la civilisation. L'ornementation grecque a mis en jeu des harmonies plus complexes que l'ornementation des Égyptiens et des Assyriens ; l'architecture romane en ses voûtes et coupoles, la gothique en ses dentelles de clochetons et de rosaces, ont trouvé des nuances harmoniques méconnues des Grecs, et il en est de même dans le meuble dont les courbes gracieuses sont de date relativement récente.

Les durées et mouvements sont, enfin, connus des animaux. J'en vois une preuve éclatante dans leurs expressions vocales, depuis le rythme du grillon jusqu'aux

(1) G. Leroy (?). D'autres exemples sont cités par J. Lubbock (*Sens et Instincts des animaux*). Je les trouve beaucoup moins intéressants, parce qu'ils concernent les résultats d'une éducation artificielle par l'homme.

nuances mélodiques des oiseaux. L'homme a été plus loin dans les combinaisons remarquables de la parole, du chant et de la musique instrumentale.

Dégradation. — L'histoire des déchéances individuelles dans l'ordre des sensations harmoniques de valeur, emplit la pathologie mentale où elle est connue sous le nom générique d'*aphasie*. La parole parlée ou écrite étant le moyen essentiel par lequel les hommes se renseignent mutuellement sur le fonctionnement de leurs pensées, c'est en elle que se manifestent tout naturellement, de la façon la plus distincte, les troubles et lacunes concernant le domaine des harmonies ; de là le nom d'*aphasie*.

Deux grandes catégories doivent être distinguées : 1° les obnubilations ; 2° les suppressions.

Aux obnubilations appartiennent tous les troubles provoqués par le mal-fonctionnement des harmonies élémentaires ou étages inférieurs de l'intelligence.

Aux suppressions appartiennent, en revanche, les lacunes de la connaissance qui accompagnent les destructions du plan supérieur ou de l'écorce cérébrale. Nous en avons observé un exemple frappant concernant les harmonies de la forme : un homme qui voit les traits les plus fins des caractères d'imprimerie, incapable de les harmoniser pour en faire des lettres. D'autres exemples pourraient être relevés concernant les quantités et nombres : des sujets lisant les chiffres, les nommant isolément, mais incapables d'en saisir l'harmonie de dizaine, de centaine ou plus élevée. Des exemples encore sont à trouver concernant les harmonies du temps dans la disparition du sens mélodique, du rythme ou même de la simple durée : aujourd'hui, hier, demain, etc.

II

DEUXIÈME CLASSE : LES HAUTEURS.

Les hauteurs sont les sensations diverses produites par les variétés d'une même force.

Il a été dit, en traitant de la connaissance, que les forces de la nature ne diffèrent réellement, pour nous, que par le lieu de l'impression. Toutes provoquent des courants nerveux, et seul, le lieu de la connaissance où ces courants aboutissent, nous fait juger l'espèce de la force qui les a provoqués.

Cette vérité demeure, qu'il s'agisse des forces en général, lumière, ondulations sonores, etc., ou de leurs variétés. La connaissance de ces variétés est le produit d'une intelligence affinée, d'une sélection qui assure à chacune une localisation différente dans la connaissance. Le résultat de ces sélections fait les hauteurs de la sensation.

Des harmonies nombreuses naissent dans chaque grande localisation du concours des hauteurs et peuvent être classées en autant de familles qu'il y a de grandes localisations. Nous y retrouverons les genres habituels des sensations harmoniques.

Famille des couleurs.

Genre 1 (*unités*) : ÉCHELLE DES HAUTEURS. — Les hauteurs de la couleur (p. 29) sont l'échelle des sensations produites par les radiations de vitesses différentes dont la lumière est composée. Les deux grandeurs, hauteur de la sensation et vitesse des radiations, ne sont pas exactement

parallèles. La raison en est l'intermédiaire chimique qui sert à la transformation nerveuse de la lumière, ainsi que le prouve la coïncidence de l'échelle des hauteurs avec celle des puissances photochimiques (p. 99).

Genre 2 : TEINTES. — La teinte (p. 47) est l'harmonie supérieure qui naît du concours des hauteurs. On le démontre par la disparition de toute sensation de teinte dans les milieux monochromes, tels que les laboratoires de photographie.

Nous ne redirons pas ici ce qu'est la tonique, et non plus ce que sont les accords fondamentaux ou teintes fondamentales non plus que les accords secondaires ou dérivés avec leurs conséquences, les complémentaires et les notions psychologiques du blanc et du noir.

Genre 3 : NUANCES. — Les nuances (voir antérieurement p. 61) sont les harmonies complexes, ainsi nommées pour les modifications que les teintes exercent les unes sur les autres, comme il arrive du brouillard sur les objets qu'il voile.

On y distingue, comme dans toutes les agrégations harmoniques, des similitudes et des contrastes.

Deux échelles de similitude ont été étudiées : les similitudes d'intensité ou de valeur et les similitudes de saturation.

Deux variétés de contrastes sont également relevées : les contrastes simultanés et les contrastes successifs.

De la combinaison de ces divers éléments naissent les harmonies de toutes sortes, dont le tableau a pu être sommairement esquissé, quand, dans la première partie de cet ouvrage, il a été traité des gammes de la couleur. Nous n'en avons certes pas épuisé le thème, car les combinaisons possibles sont innombrables. Aux esprits chagrins, qui ont pu voir dans la peinture un art borné, voué

à d'éternelles recommencements, nous répondrons : cela n'est pas. Les jeux de la couleur ne sont pas limités et l'art de la peinture n'est pas borné. Il est, au contraire, infini, et l'artiste qui sent battre en son for intérieur des émotions jalouses, qu'il veut non encore vécues, peut s'y livrer avec confiance. Tout comme la science est sans bornes, chaque conquête lui ouvrant des horizons nouveaux, de même aussi l'art est infini et son domaine incommensurable.

Gradation et dégradation. — Je rappelle enfin qu'une étude approfondie nous a fait connaître des étapes de gradation progressive : le protochroïsme, le métachroïsme et le pléochroïsme, et des étapes de dégradation : la cécité psychique, l'héméralopie et l'amblyopie.

Familles des saveurs et des odeurs.

Genre 1 (*unités*) : ÉCHELLE DES HAUTEURS. — A défaut d'une échelle psychologique des hauteurs de sensation sapide et gustative encore inconnue, il faudrait chercher, dans les données de la physique proprement dite, s'il n'est aucune graduation qui s'en approche à la manière dont l'échelle spectrale des radiations lumineuses s'approche de l'échelle des hauteurs visuelles. Il faudrait, en particulier, chercher s'il n'est pas dans la constitution chimique des corps sapides et odorants, une gamme des ondulations atomiques qui lui soit comparable.

Un indice en peut être entrevu dans la progression des saveurs acide, salée, sucrée, qui me paraît être comme une gamme harmonique progressive à mettre en parallèle avec un ordre également progressif de complexité atomistique. J'imagine aussi une progression analogue entre les aromes odoriférants allant des formules simples de

l'ammoniaque aux combinaisons plus complexes des hydrocarbures pour arriver aux extrêmes subtilités moléculaires des essences parfumées.

Genre 2 (*teintes*) : LES SAVEURS ET ODEURS. — De même que, nous l'avons vu, il n'est pas de teinte en un milieu monochrome, il ne saurait davantage y avoir de saveur ni d'odeur en un milieu chimique homogène. La preuve en est fournie par l'expérience. Pénétrez dans un appartement parfumé, l'odeur vous en paraîtra frappante à l'arrivée, mais ne tardera pas à s'effacer entièrement. Prenez dans la bouche une petite quantité de matière sapide, et faites-la passer successivement sur toutes ses faces, le goût en sera très marqué. Remplissez-vous-en la bouche, au contraire, et la sensation n'en sera que momentanée.

Toute sensation qualifiée de *saveur* et d'*odeur* est donc une harmonie entre telle sensation partielle et le fonds sapide du moment ou la tonique. Peut-être arrivera-t-on un jour à en déterminer les tierces, quintes et octaves, harmonies fondamentales qui existent sans nul doute, ainsi que leurs dérivées parmi lesquelles il en est de complémentaires, dont le mélange procure une sensation neutre (le blanc de saveur et d'odeur) et dont la frappe isolée donne lieu aux phénomènes réflexes des contrastes.

Genre 3 (*nuances*) : LES BOUQUETS ET FUMETS. — Ce sont les harmonies complexes qui naissent des agrégations simultanées et successives des précédentes.

Toutes les sortes de nuances y sont représentées : celles de similitude comprenant les échelles de saturation et d'intensité et aussi celles de contraste.

Nous le savons, les teintes des couleurs changent avec l'intensité de l'éclairement ; il en est de même pour les saveurs et les odeurs. Telle odeur, par exemple, reconnaissable entre toutes, suave et délicate quand elle est

de faible intensité, devient vireuse et ne peut être reconnue quand elle est forte. Et il en est de même de saveurs comme celle de la truffe.

L'échelle des saturations est l'intensité relative dont une odeur ou une saveur vient à émerger dans un ensemble neutre et pourtant sapide.

Les contrastes apparaissent dans les assemblages et les successions où des saveurs et des odeurs se font valoir mutuellement. La rose et la violette, loin de mêler leurs parfums, se font sentir séparément quoique associées. Il en est de même des fumets quand, par exemple, on mélange le citron à l'amande. C'est le talent du parfumeur que de savoir utiliser les divers parfums pour en tirer les harmonies multiples. La ménagère est une harmoniste, quand elle apprête et assaisonne les mets, et aussi quand elle en règle dans un menu l'association et la succession.

Gradation. — Il existe une gradation très marquée dans le perfectionnement des sensations de cette famille suivant les sujets. On connaît la faculté particulière qu'ont les chiens et surtout certains insectes de reconnaître et différencier des odeurs extrêmement subtiles. On connaît, d'autre part, parmi des hommes également éduqués et vivant dans le même milieu, des différences frappantes. Voici, par exemple, une famille nombreuse : le père se pâme d'aise à sentir le réséda ou la fleur de vigne quand à peine il y en a une branche sous ses fenêtres, et les enfants sont également bien doués, à l'exception d'un seul. Celui-là, sans être aucunement inférieur pour toutes espèces d'odeurs, n'a jamais reconnu au réséda que l'odeur vireuse de son approche immédiate et n'a jamais senti la fleur de vigne. Ces deux parfums d'un arome également subtil représentent évidemment une catégo-

rie. Je suis tenté d'assimiler le cas à un *daltonisme de l'odorat*.

Les déchéances dans l'ordre des saveurs sont peu connues, celles des odeurs (anosmie et dysosmie) le sont à peine davantage.

Je crois cependant me souvenir qu'il a été noté des cas de *suppression* ou de lacune de la connaissance. Ils appartiennent, comme les suppressions de valeurs, au syndrome extrêmement complexe de l'aphasie et sont symptomatiques des destructions de l'écorce cérébrale.

Les *obnubilations* sont fréquentes dans les affections générales du système nerveux. On les observe dans le tabes, où elles représentent l'homologue de l'amblyopie oculaire. Elles sont également fréquentes dans les altérations des muqueuses et sont alors l'homologue de l'héméralopie.

Familles des chaleurs et des toucheurs.

Les degrés de la température extérieure sont différenciés en plus et en moins dans des limites étroites. Ces limites sont celles de l'échelle des hauteurs dans la sensation de chaleur. Aux relations positives ou négatives de ces hauteurs répondent les appellations *chaud* et *froid*, seules catégories harmoniques de l'ordre des chaleurs.

Les toucheurs ou harmonies des hauteurs tactiles marquent leur échelle dans des degrés de mollesse et de dureté, relations positives ou négatives répondant aux effets des pressions extérieures. A ce titre, les toucheurs ne sont pas plus riches d'harmonies que les simples chaleurs.

Mais, nous l'avons déjà indiqué à propos des valeurs de temps, là ne se bornent pas les harmonies de cette sorte.

On parle, en effet, des rugosités de la laine, des caresses du velours, du poli des glaces, du grenu, du velouté de l'onctuosité huileuse des mets. Ce sont autant d'harmonies qui marquent les rapports de vitesse dans la succession des contacts, premiers indices des harmonies tactiles extrêmement perfectionnées du domaine de l'ouïe qui font l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE III.

DES OUEURS OU HARMONIES DES HAUTEURS MUSICALES.

L'oueur est le courant nerveux produit par l'impression des sons sur la rétine auriculaire. Ce néologisme, déjà introduit dans le cours de notre ouvrage, est pleinement justifié par la nécessité de distinguer les deux phénomènes essentiellement différents confondus dans l'acception commune *son*, à savoir : le phénomène de physique externe qui est réellement le son, et le phénomène non moins physique qui en est l'écho interne, l'oueur. Il y a entre le son et l'oueur la même différence que l'on a établie antérieurement entre la lumière et la couleur.

Les hauteurs de l'oueur ou hauteurs musicales sont les sensations élémentaires diverses que l'on arrive à distinguer dans les vibrations sonores, du ton le plus bas répondant à une vitesse de 16 vibrations par seconde au ton le plus élevé que l'on puisse percevoir et qui correspond à environ 70 000 vibrations dans la même unité de temps.

Il est intéressant de savoir comment l'individu parvient à isoler les uns des autres ces divers systèmes de vibrations et à les localiser en autant de sensations distinctes. C'est le thème auquel nous voulons d'abord nous attacher pour en étudier ensuite les unités, les teintes et les nuances, enfin, la gradation.

I

GENÈSE DES OCEURS.

Mécanisme fondamental.

Organisation. — L'appareil auditif des écrevisses présente les premiers indices connus d'une organisation propre à différencier les impressions acoustiques de hauteurs différentes. Cette organisation consiste, d'après Hensen (1), en un développement très inégal des cils terminaux de la cellule épithéliale auditive. Il en résulte que certains cils résonnent seuls à certaines vibrations et d'autres à d'autres vibrations, ainsi que l'on a pu s'en assurer par l'expérience. Mais ce n'est là qu'un rudiment et nous avons hâte d'en venir à l'organisation parfaite des animaux supérieurs.

Le type achevé de l'organisation acoustique réside dans un appareil remarquable placé dans l'oreille, à l'intérieur de l'excavation osseuse appelée le *limaçon*. Imaginez un cône creux, plein de liquide et enroulé en spirale ; partagez ce cône, suivant la hauteur, par une lame allant du milieu de la base jusque tout près de l'extrémité, vous aurez le limaçon et son organe essentiel, la lame acoustique du limaçon ou *rétine cochléaire :* une lame allongée, tendue sur le milieu du tunnel et atteignant presque jusqu'à son sommet.

La rétine cochléaire présente à étudier : 1° une partie résonnante, la membrane basilaire avec ses annexes ; 2° un

(1) Hensen, *Studien über das Gehoerorgan der Decapoden* (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, 1865).

épithélium ou organe de transformation du son en courant nerveux ; 3° enfin, des terminaisons nerveuses.

Partie résonnante : La *membrane basilaire* est de structure fibrillaire. Les fibres dont elle se compose sont variées de longueur et d'épaisseur.

Sur elle sont dressés une série de dix mille arceaux, les *organes de Corti*, formés de deux piliers écartés à leur base, rapprochés et articulés par le sommet, formant ensemble une longue arcade voûtée qui va de l'orifice à l'extrémité du limaçon.

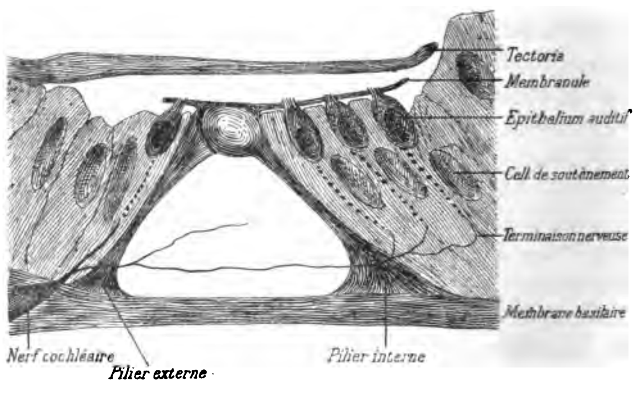


Fig. 23 — Rétine cochléaire et organe de Corti (d'après Ranvier).

Une mince et délicate membrane, la *membranule réticulaire*, émane perpendiculairement des piliers de Corti pour aller recouvrir les cellules épithéliales. Elle a la structure d'un réseau à mailles annulaires dont les vides sont remplis par une presque imperceptible pellicule.

Épithélium : L'épithélium sensoriel est représenté par de grandes cellules ovalaires, séparées les unes des autres et soutenues par les cellules dites *de soutènement ;* leurs

extrémités libres sont ciliées et correspondent chacune à l'espace d'une maille de la réticulaire. Leur extrémité profonde est en contact avec les terminaisons nerveuses. Il y en a trois en dehors des piliers de Corti et une en dedans. Communément rangées au nombre des cellules nerveuses, les cellules ciliées peuvent être considérées comme appartenant à l'épithélium par leur fonction qui est bien évidemment de transformer, comme il sera exposé tout à l'heure, le mouvement vibratoire en courant nerveux.

Terminaisons nerveuses : Nous considérons comme telles les formations fibrillaires qui constituent, dans les interstices des cellules de soutènement, le plexus spiral de Ranvier (1). Elles ont leur corps cellulaire et leur noyau dans les cellules nerveuses, annexées au nerf cochléaire et groupées sous le nom de *ganglion spinal.* Ces cellules sont les homologues des cônes et bâtonnets de la rétine. Les homologues des grains de la rétine et ceux des grandes cellules multipolaires sont à chercher dans le cervelet où nous savons qu'il existe en abondance des uns et des autres.

Fonctionnement. — Voyons maintenant ce qui a lieu quand un son vient à frapper l'oreille : 1° il transmet ses vibrations au liquide du limaçon et, par lui, à la membrane basilaire ; 2° les diverses parties de celles-ci résonnent chacune pour un son donné, en raison de l'épaisseur et de la longueur des fibres dont elle est composée en ce point ; 3° elles communiquent leur mouvement aux piliers et, par eux, aux anneaux ou mailles de la réticulaire qu'ils animent d'un mouvement de va-et-vient ; 4° enfin, par l'intermédiaire de la pellicule tendue dans les mailles de

(1) Ranvier, *Traité technique d'histologie*, p. 1016.

celle-ci, un frottement est exercé sur les cils de la cellule épithéliale sensorielle.

Remarquons l'obliquité des piliers de Corti et leur articulation, disposées de façon à transformer en oscillations latérales les vibrations perpendiculaires de la membrane basilaire.

Remarquons encore que deux tentes, la *tectoria* et la *membrane de Reissner* (nous n'avons pu la figurer), surmontent tout le système et le protègent contre les vibrations autres que celles de la membrane basilaire.

Cette disposition remarquable a pour résultat la sélection des vibrations sonores et leur transmission isolée à autant de cellules nerveuses différentes.

Il reste maintenant à chercher l'explication du mécanisme par lequel le frottement communiqué aux cellules terminales donne naissance au courant électrique nerveux. La question se confond avec le problème de la transformation électrique du mouvement traitée antérieurement à propos de la théorie du toucher au chapitre de l'émotion (p. 210).

Diverses hypothèses ont été émises. Il suffit de rappeler la principale. On a cru pouvoir rapprocher les transformations nerveuses du mouvement de celles de la chaleur dans les piles thermoélectriques en assimilant l'inégale compression de milieux hétérogènes à l'inégal échauffement de ces mêmes milieux. Un exemple frappant de cette transformation mérite d'être remémoré, c'est celui de l'expérience de Ranvier montrant les décharges provoquées dans les poissons électriques par le plus subtil attouchement de leurs cellules nerveuses cérébrales.

Mécanisme d'accommodation.

Si nombreux que soient les piliers de Corti dont on compte, disions-nous, dix mille, si nombreuses aussi que soient les mailles de la réticulaire et les cellules ciliées elles-mêmes, il n'en semble pas moins impossible qu'ils

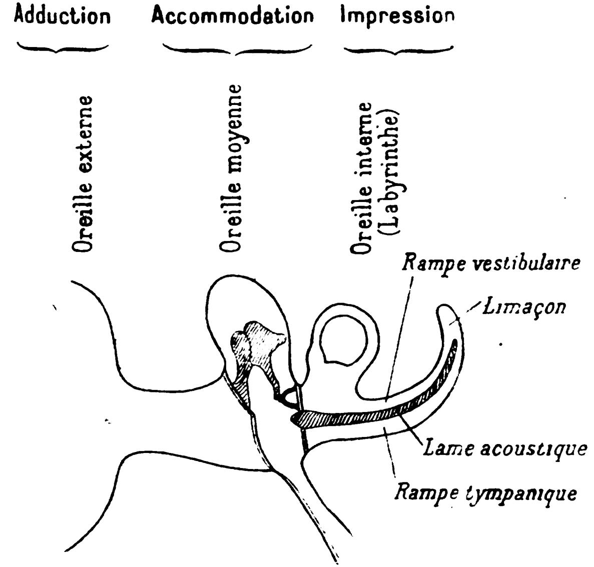


Fig. 24. — Schéma de l'oreille.

puissent expliquer les trente ou quarante mille hauteurs différentes que l'on a distinguées dans les sons, ni surtout les variétés presque infinies qu'apporte aux instruments, et par eux à l'audition, l'accord sur tel ou tel diapason. Il existe pour l'expliquer un appareil musculaire d'accommodation par lequel la membrane basilaire peut être à

volonté comprimée ou relâchée, ce qui équivaut, me semble-t-il, à un mécanisme de tension et de détente. Voici en quoi consiste ce mécanisme.

On connaît la disposition qui place le limaçon immédiatement en contact avec une sorte de tambour, appelé l'*oreille moyenne*, caisse pleine d'air, obturée extérieurement par la membrane du tympan et intérieurement par les fenêtres membraneuses de l'oreille interne. L'une de ces dernières, la fenêtre ovale, est reliée au tympan par une chaîne d'osselets articulés entre eux et actionnés par deux muscles antagonistes. C'est là le mécanisme accommodateur.

Des deux muscles antagonistes qui agissent sur les osselets, l'un est le muscle du marteau, l'autre le muscle de l'étrier. Le premier attire en dedans et tend la membrane tympanique ; en même temps et par l'intermédiaire de la chaîne des osselets, il refoule la fenêtre ovale et comprime le contenu du limaçon. Le second attire en dehors la fenêtre ovale, détend le contenu du limaçon et, par la chaîne des osselets, repousse en dehors et détend également le tympan externe.

Des deux muscles, l'un, celui du marteau, est donc l'organe tenseur du système; l'autre, celui de l'étrier, en est l'organe relaxeur. Tous deux combinés représentent le muscle accommodateur de l'oreille.

Construisez en imagination un piano dont toutes les cordes pourraient être proportionnellement et simultanément tendues ou détendues par quelque pédale accessoire. Il en résulterait pour l'instrument la faculté de s'accommoder instantanément au *la* de tous les diapasons, au lieu d'imposer le sien à l'orchestre. Notre appareil accommodateur acoustique représente un instrument semblable ayant beaucoup plus de notes que lui, et, richesse

extrême, s'accommodant instantanément à tous les diapasons.

L'accommodation auriculaire est un réflexe de l'excitation acoustique exactement comme l'adaptation de l'œil aux distances, par l'intermédiaire du cristallin, est un réflexe de l'excitation visuelle. L'analogie est du reste frappante entre les deux sortes d'accommodation. L'accommodation oculaire assure la mise au point du système, de façon que, projetés sur la rétine, les rayons lumineux reproduisent de façon fidèle et nette l'image des objets. L'accommodation auriculaire assure aussi la mise au point du système et lui permet de reproduire de façon fidèle et précise les groupements ou successions des sons, tels que les produit la nature extérieure.

II

HARMONIES DES OUEURS.

Genre 1 (unités) : échelle des hauteurs.

Les hauteurs musicales croissent et décroissent en raison directe du nombre de vibrations des sons qui les provoquent. Le parallélisme est entier entre les deux phénomènes, fait déjà signalé et expliqué par l'absence de l'intermédiaire chimique de transformation (p. 211). Il permet de substituer, en toutes circonstances, aux hauteurs effectives de courant nerveux appréciables par la seule sensation, la mesure objective du nombre de vibrations, singulière facilité donnée à cette étude.

La pratique de la musique a fait choisir pour la mesure des hauteurs, une échelle spéciale conforme aux facilités de l'harmonie : l'échelle dite des hauteurs musi-

cales. Elle est déterminée par la relation des notes avec l'une d'elles servant de point de départ ; deux principes lui servent de guide : le principe des divisions octaviennes et celui des divisions intercalaires.

Divisions octaviennes. — Une progression géométrique du nombre des vibrations de raison = 2, fait l'échelle des octaves comprenant douze termes à partir du minimum sensible de seize vibrations. Voici cette échelle :

Vibrations. 16.32.64.128.256.512.1024.2048 4096.8192.16384.32768.65536
Octaves.... I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII

Le nom d'*octave* provient de la division qui en est faite ensuite en huit notes.

Divisions intercalaires. — La tradition et l'usage commandés par les nécessités pratiques de l'instrumentation musicale et le charme de solutions harmoniques plus variées et plus imprévues ont fait fractionner les intervalles d'octaves, non plus suivant le principe de la progression géométrique, mais d'après la progression suivante, qui représente les notes dans chaque gamme musicale divisionnaire.

Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
Octave inférieure.	Seconde.	Tierce.	Quarte.	Quinte.	Sixte.	Septième.	Octave supérieure.
1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2/1

Entre lesquelles sont les relations suivantes :

9/8	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15
Seconde majeure (*a*).	Seconde majeure (*b*).	Seconde mineure....	Seconde majeure (*a*).	Seconde majeure (*b*).	Seconde majeure (*a*).	Seconde mineure....

Des notes intermédiaires sont enfin introduites entre les précédentes et indiquées par les signes des dièzes et des bémols.

Telle est l'échelle harmonique des hauteurs musicales ; très simple en ce qui concerne les octaves, elle paraît compliquée dans leurs fractionnements. Mais cette complication n'est qu'apparente et nous la verrons dans l'article suivant aisément résolue.

Genre 2 (teintes) : les accords.
(Intervalles, accords et timbres.)

Les associations harmoniques des hauteurs musicales, homologues des teintes de la couleur, sont représentées par ce que l'on nomme les *intervalles*, les *accords* et les *timbres*, autant d'harmonies des hauteurs musicales que l'on embrasse généralement sous la dénomination commune *accords*.

Les intervalles. — Une note isolée n'a pas qualité de teinte harmonique. Il faut, pour la lui donner, que d'autres notes soient en présence, exactement comme en couleur, nous avons vu toute notion de teinte disparaître dans un milieu monochrome.

Écoutons, en effet, un son quelconque seul, chacun sait qu'il n'a aucun caractère, qu'il est impossible de lui donner un nom de note ; il prend caractère si un son d'une note différente vient à se faire entendre, et se trouve exactement déterminé si cette note est elle-même déterminée. Je sais bien que le musicien exercé reconnaît approximativement, même à l'entendre seule, à quelle note il a affaire, mais c'est que le musicien a sans cesse des notes présentes à la mémoire. En réalité donc, toute sensation musicale déterminée est une onde nerveuse née

du conflit de deux émotions élémentaires de hauteur différente, réunies en un foyer commun. Elle est en d'autres termes un accord. Néanmoins on ne lui donne ce nom que lorsque les deux notes qui font l'harmonie de hauteur sont frappées ; le plus souvent l'une des deux est empruntée à la mémoire de ce qu'on appelle *la tonique*. On appelle *intervalle* la relation d'une hauteur avec la note qui, momentanément, lui tient lieu de tonique.

L'intervalle peut être représenté par le rapport numérique entre les vibrations des deux notes que l'on considère. C'est sur cette base que l'on a présenté dans l'article précédent l'échelle générale des hauteurs, faite, on se le rappelle, d'une progression géométrique de raison = 2 représentant la gamme des octaves entre les termes de laquelle sont intercalées les gammes divisionnaires, sur les bases de ce que l'on appelle plus particulièrement *la gamme musicale*.

La gamme divisionnaire ou musicale est faite d'intervalles très différents en apparence, mais cependant d'une harmonie extrêmement simple, puisqu'ils rentrent tous les uns dans les autres à l'exception de trois. Ces trois intervalles privilégiés sont l'octave 2/1, la tierce 3/2 et la quinte 5/4. Ils représentent les *intervalles fondamentaux*, homologues des teintes fondamentales de la couleur.

Les relations suivantes unissent les intervalles fondamentaux et leurs dérivés immédiats.

$$\frac{3/2}{2/1} = 4/3,\ \frac{3/2}{5/4} = 6/5,\ \frac{3/2}{4/3} = 9/8,\ \frac{4/3}{5/4} = 16/15,\ \frac{2/1}{16/15} = 15/8,$$
$$\frac{15/8}{9/8} = 5/3,\ \frac{5/4}{2/1} = 8/5,$$

Tous ces rapports représentent, ensemble, la série connue des intervalles de la gamme diatonique ou gamme des tons entiers.

Seconde mineure.................... = 16/15
Seconde majeure (*a*)................ = 9/8
Seconde majeure (*b*)................ = 10/9
Tierce mineure...................... = 6/5
Tierce majeure...................... = 5/4
Quarte............................. = 4/3
Quinte............................. = 3/2
Sixte.............................. = 5/3
Sixte mineure...................... = 8/5
Septième........................... = 15/8
Octave............................. = 2/1

Les relations de ces nombres apparaissent clairement dans cette figure de trois triangles dont les sommets sont occupés par les intervalles fondamentaux ou leurs dérivés, tandis que les rapports entre eux sont inscrits sur les côtés. Cette figure ne contient pas toutes les combinaisons possibles, mais elle contient les principales; elle montre aisément comment toutes les autres peuvent être déduites.

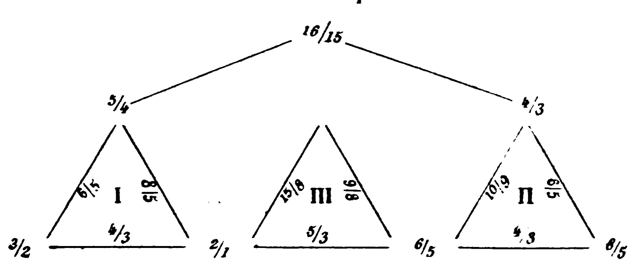


Fig. 25. — Filiation des principaux intervalles.

Le tableau suivant, enfin, indique la place de chacun de ces intervalles dans l'ordre de leur filiation et établit, comme ferait un arbre généalogique, les degrés de leur parenté harmonique avec les intervalles primitifs.

I	II	III	IV	V
Tierce maj. 5/4,	tierce min. 6/5,	seconde maj. (*a*) 9/8,	septième 15/8,	sixte 5/3
Quinte 3/2,	quarte 4/3,	seconde maj. (*b*) 10/9		
Octave 2/1,	sixte min. 8/5,	seconde min. 16/15		

Il résulte de cet exposé que, tout comme en couleur, les teintes fondamentales peuvent donner naissance par leur combinaison à toutes les teintes secondaires, de même en acoustique les intervalles fondamentaux peuvent être considérés comme les générateurs de tous les autres.

Les accords.— On emploie en musique le nom d'*accord* pour désigner les harmonies de deux ou plusieurs notes embrassant l'étendue d'une seule octave.

Les harmonies de deux notes, séparées par conséquent par un intervalle unique, sont toutes les teintes étudiées tout à l'heure en traitant des intervalles. Elles représentent les harmonies du premier degré dans l'ordre des oueurs, où nous avons reconnu déjà des teintes fondamentales et des teintes dérivées.

Il nous reste à traiter maintenant des harmonies de plusieurs notes appartenant à l'espace d'une octave et comprenant trois, quatre, ou au plus cinq notes. Les accords de trois notes se composent de trois intervalles ; ainsi, par exemple, *do-mi-sol* se compose des intervalles *do-mi*, *mi-sol* et *do-sol*. Les accords de quatre notes se composent de six intervalles ; ainsi *do-mi-sol-do*^{2} se compose de *do-do*^{2}, *mi-do*^{2}, *sol-do*^{2}, ajoutés aux trois intervalles du précédent. Les accords de cinq notes se composent de dix intervalles ; ainsi *do-mi-sol-si ♭-do* se compose des six précédents auxquels se viennent ajouter *do-si ♭*, *mi-si ♭*, *sol-si ♭*, *si ♭-do*. Les accords d'un plus grand nombre de notes embrassent plusieurs octaves ; ils présentent, en outre des précédents, des redoublements d'accords qui répètent, à une autre échelle, les intervalles déjà indiqués.

On distingue les accords parfaits des accords imparfaits.

Composé élémentairement des trois teintes fondamentales : 5/4 (tierce), 3/2 (quinte) et 2/1 (octave), l'accord parfait de quatre notes est l'homologue du blanc de la

couleur et peut être appelé, pour en établir le parallélisme et la caractéristique harmonique, *le blanc de la gamme divisionnaire.*

Se pouvant combiner de toutes manières, les accords ou teintes de l'oueur donnent naissance à des groupements de toutes sortes qui sont, ou bien des blancs, lorsque le résultat final de leur mise en relation est le rapport d'équilibre de l'accord parfait, ou bien une teinte résultante quelconque, en cas contraire. Il est toujours possible de compléter l'accord ainsi obtenu jusqu'à rétablir le blanc par l'adjonction d'un accord nouveau convenablement calculé. Cet accord capable de compléter une combinaison quelconque pour en faire un total d'accord parfait en est le complémentaire. Il existe donc des *accords complémentaires* de l'oueur ayant exactement la même signification qu'en couleur les teintes complémentaires.

En tout mélange de plusieurs notes qui n'aboutit pas au blanc, il se produit une neutralisation partielle entre les notes capables de fournir l'accord parfait, et le produit de cette neutralisation est une certaine quantité de blanc surajoutée à l'harmonie restante. La quantité relative plus ou moins grande de ce blanc partiel fait des degrés de *saturation* rappelant de tous points les saturations de la couleur. Le degré de suprême saturation est donné quand toutes les voix chantent à l'unisson.

Quelques mots doivent être dits en terminant sur ce que l'on appelle les *modes majeur* et *mineur*, termes dont il est question dans les combinaisons de tous les ordres et que nous avons rencontrés dans l'énumération des principaux intervalles.

Ces deux termes expriment des relativités de grandeur mathématique. De deux intervalles approchés et portant les noms communs de *seconde*, *tierce*, *quarte*, etc., le

plus écarté prend le nom de *majeure* par opposition au moins écarté auquel on réserve la qualification *mineure :* 9/8, 10/9, sont des secondes majeures par opposition à 16/15 qui est une seconde mineure, et ainsi de suite. On parle également d'accords majeurs et mineurs faciles à différencier par l'ampleur harmonique différente que le sentiment musical y sait distinguer.

Les timbres. — Le timbre est l'émotion unique d'ordre supérieur qui est produite par le mélange d'accords nombreux embrassant plusieurs octaves. Cette émotion unique diffère de la symphonie qui est, au contraire, un assemblage de sensations distinctes.

Le timbre est communément le produit d'un seul et même instrument par la combinaison extraordinairement remarquable du son fondamental avec tous les sons partiels que donnent les vibrations accessoires de l'instrument. Ces sons partiels sont, pour des raisons simples exposées par la physique, en relation harmonique avec la fondamentale ; on les appelle *sons harmoniques.* Les instruments diffèrent entre eux par le timbre : ainsi les cordes sont plus riches d'harmoniques que les instruments à vent et, dans chaque catégorie, il y en a de plus riches en harmoniques élevées, d'autres en harmoniques graves.

Plusieurs instruments réunis peuvent aussi s'associer en un timbre unique, et je n'ai, pour en citer un exemple, qu'à rappeler les effets d'orgue très caractérisés que l'on rencontre dans les orchestrations dépourvues de cet instrument.

L'orchestre lui-même pris en son entier présente un caractère harmonique général de timbre qui est la marque distinctive du compositeur, comme la palette personnifie harmoniquement le peintre.

La palette du peintre peut être déterminée par la qua-

lité choisie pour le blanc et le noir. De même, le timbre harmonique de toute composition orchestrale semble déterminé par ce que l'on peut appeler *le blanc et le noir du timbre orchestral.*

De composition éminemment variable suivant la tonique choisie, suivant les instruments qui entrent dans l'orchestre et suivant le degré relatif de leur utilisation, le blanc de timbre varie enfin pour chaque maître avec les instruments qu'il adopte ou qu'il rejette, et suivant l'importance relative qu'il donne à chacun d'eux.

Le blanc d'orchestre sera obtenu toutes les fois que les accords en présence s'équilibrent dans une impression finale d'accord parfait. Or, les notes qui contribuent à le produire sont légion. Rapprochez tous les accords qui se font entendre simultanément dans une orchestration, et répétez la série des opérations que l'on doit pouvoir imaginer pour ramener à une expression mathématique unique un accord de plusieurs notes. Cela sera sans doute une opération longue et fastidieuse, d'autant plus longue qu'ici l'on aura à chevaucher sur un grand nombre d'octaves et à établir pour ce fait des données plus compliquées. Mais si compliqué que soit ce calcul, il doit aboutir finalement à une formule simple d'accord parfait.

Le blanc orchestral scindé en deux parts donne lieu nécessairement à des timbres complémentaires dont chacun est associé à son congénère pour la production du blanc. Nous voulons seulement citer ici le plus simple à définir qui est le noir, ou timbre complémentaire du blanc.

Tout comme le blanc de palette ne peut jamais être définitivement et absolument neutre, et qu'il a une complémentaire, qu'on nomme la *sensation noire,* de hauteur déterminée, tantôt rouge, ou jaune, ou bleue, suivant que

le blanc manifeste une pointe de vert, de bleu ou de jaune, ainsi le noir orchestral est toujours un timbre sonnant. *Le noir orchestral est le timbre complémentaire du blanc orchestral.* Il peuple les silences de l'orchestre comme les complémentaires de la teinte blanche remplissent spontanément les taches obscures du champ visuel. Ici, nous n'inventons pas, car, chacun en conviendra, les silences de musiques différentes ont des caractères bien effectifs et très différents les uns des autres. Le silence d'une valse de Strauss diffère, sans contredit, de celui d'une marche militaire, et le silence d'une marche d'un compositeur diffère également de celui d'une marche de tel autre compositeur. Cela est vrai de la sonorité comme du rythme. En un mot, le silence de l'orchestration a sa sonorité et son timbre ; le noir auditif doit être défini « le timbre du silence ».

Ceci nous amène naturellement à parler des contrastes de la sonorité.

Genre 3 (nuances) : les symphonies et les mélodies.

Loin de fusionner toujours dans l'harmonie supérieure du timbre, des accords simultanés multiples peuvent donner lieu à des sensations distinctes qui s'influencent les unes les autres, harmonies complexes, véritables nuances ou *symphonies*. Les symphonies sont des associations de sons frappés simultanément et pourtant distincts ; elles représentent les harmonies complexes ou nuances simultanées des oueurs.

D'autres harmonies de même genre, également complexes, naissent de la succession des intervalles, accords et timbres. Ce sont les *mélodies*, harmonies complexes ou nuances successives des oueurs.

Comme toujours, il y a lieu de distinguer, dans ces nuances, des similitudes et des contrastes.

SIMILITUDES. — Ce sont les groupements de notes de hauteur identique, mais différentes par quelque autre caractère.

Nuances d'intensité : Elles représentent pour chaque harmonie, intervalle, accord ou timbre, une gamme complète allant des plus faibles aux plus fortes intensités.

Si l'on a préalablement établi pour une intensité moyenne l'égalité entre des sons de diverses hauteurs et que l'on diminue ou que l'on augmente en proportion égale l'intensité de chacun d'eux, quel est le résultat? L'égalité persiste-t-elle ou bien, comme en couleur, disparaît-elle? Je pense que l'égalité disparaît. Les sons graves, si forts soient-ils, n'augmentent pas à proportion des sons élevés et paraissent aussi s'éteindre moins quand on les donne plus faibles. C'est l'homologue du phénomène de la couleur que nous avons étudié sous le nom de *phénomène de Purkinje.*

Nuances de saturation : Les assemblages, en proportion variée avec le blanc, font les degrés de saturation. Deux groupements symphoniques, du reste identiques, même en intensité, peuvent différer en effet par l'adjonction d'une moindre ou plus grande proportion de *blanc.*

On a exposé ce qu'est le blanc musical dans les accords simples de la gamme et dans les accords beaucoup plus complexes du timbre orchestral ; il est inutile d'y revenir.

Nuances de mouvement : L'alliance des hauteurs avec les mouvements donne à la mélodie un caractère très particulier. Ce sujet a déjà été traité à propos des valeurs de temps dans les figurations rythmiques. Je veux seulement remarquer l'extrême variété harmonique qui résulte de l'introduction de ce genre de nuances. Les intervalles et

les accords étaient déjà légion, les mouvements de leur côté sont innombrables, car il semble toujours possible d'imaginer des combinaisons rythmiques nouvelles. Les combinaisons des deux en multiplient les variétés suivant une progression incalculable. Comme les nuances de la couleur, les nuances de la musique sont donc sans bornes, et c'est ici le lieu de répéter aux artistes musiciens les encouragements que nous avons donnés aux peintres (p. 360). L'infinité des combinaisons harmoniques leur est un gage certain qui les doit prémunir contre la crainte des éternels recommencements.

Contrastes. — On sait, d'une façon générale, que le contraste apparaît toutes les fois que deux émotions distinctes se complètent pour embrasser le champ entier de l'émotivité, lequel comprend ici un très grand nombre de notes en plusieurs octaves. Les contrastes ne peuvent donc être fournis que par les harmonies très élevées des timbres.

Contrastes spontanés : Il est des contrastes spontanés de l'oueur comme de la couleur. S'ils ont échappé jusqu'à ce jour aux observations des physiologistes, c'est que ceux-ci ont été comme hypnotisés par leur habitude de rechercher l'explication externe des phénomènes et qu'ils ont, semble-t-il, négligé le facteur harmonique essentiel qui est tout interne.

1° Contraste successif ou timbre du silence : On a indiqué plus haut que les silences, qui coupent un morceau de musique, ont des timbres différents suivant l'audition qui les précède. C'est là un fait indéniable et que nul musicien ne saurait contester. Si aucun d'entre eux n'a écrit comme tel le timbre du silence, il l'a écrit d'autre façon dans le contraste frappé dont on va tout à l'heure indiquer la composition.

Le timbre du silence est le courant nerveux réflexe, complémentaire et équilibrateur de l'émotivité. Sa place est dans les contrastes spontanés successifs à mettre en parallèle avec ceux de même nom de la couleur.

2° Contraste simultané : Introduisez un timbre nouveau quelconque dans une orchestration ; faites entendre un cuivre dans un orchestre de violons, les violons changent aussitôt de timbre ; faites taire le cuivre et le remplacez par une flûte, les violons changent encore, et ainsi de suite. Le blanc de l'orchestration change incessamment, suivant la qualité des timbres composants, exactement comme l'on a vu le blanc de la couleur varier suivant les teintes en présence.

Comme le contraste successif, le contraste simultané est le timbre qui, spontanément éveillé par une sensation d'oueur quelconque, lui est complémentaire. Il intervient, comme ferait une note frappée, dans la composition de l'assemblage.

Les phénomènes suivants me paraissent encore devoir être rangés dans les contrastes simultanés.

Le violoniste Tartini disait entendre, à côté d'une note de son violon donnée isolément, une autre note beaucoup plus basse, évidemment étrangère aux harmoniques provenant du timbre de l'instrument.

Un aveugle de mes amis, à l'ouïe délicate, venant habiter une maison exposée au vent, entend éclater, dans le mugissement sourd de l'orage, un son clair de voix de femmes ameutées et prie sa sœur, à plusieurs reprises, d'ouvrir les fenêtres pour voir quelle est la cause qui les attire.

Moi-même, cheminant dans la plaine nue et désolée de Camargue, où, d'après le dit-on provençal, le mistral souffle à décorner les bœufs, assourdi par l'ininterrompu grondement du vent dans le pavillon de mon oreille, j'en-

tends derrière moi un clair tintement de cloches lointaines.

Contrastes frappés : On dit souvent d'une voix ou d'un instrument qu'il chante dans l'orchestre, pour marquer qu'il en émerge avec une intensité particulière supérieure à sa valeur ordinaire. C'est exactement le même phénomène que l'on observe en couleur par l'apposition des complémentaires. Chacune d'elles ayant pour réflexe la teinte opposée, il résulte de leur association un renforcement de l'une par le réflexe de l'autre.

Les contrastes frappés de l'oueur sont les timbres complémentaires embrassant des champs différents et opposés de l'émotivité.

Nul n'est coloriste en musique pas plus qu'en peinture s'il ne sait jouer des contrastes. Dans leur jeu réside le moyen le plus puissant pour rendre les harmonies et claires et fortes. Consultez Wagner et consultez Bizet, vous serez frappés des occasions nombreuses où il vous sera donné d'en saisir la démonstration. Chez eux comme chez tous les maîtres coloristes, on entend les sonorités des divers instruments se faisant valoir les unes les autres, jamais étouffées. Chacun se souvient d'avoir distingué dans une composition bruyante, comme Wagner sait les écrire, une faible voix d'homme, ample et retentissante, mieux que dans le silence ; c'est comme un coquelicot rouge brillant dans les blés verts. On se souvient également de l'admirable netteté du dessin, semblable à un point de dentelle, qui caractérise les suites d'Arlésienne de Bizet. Le chant de grêles instruments n'est pas couvert par le reste, pourtant plus bruyant, de l'orchestre. Il en est, au contraire, renforcé.

Les contrastes de l'oueur peuvent être cherchés encore plus simplement dans les timbres de certains instruments

pris isolément. La raison en est la richesse de sons harmoniques qui composent chaque note instrumentale. Les plus connus des timbres contrastants sont :

Voix d'homme et voix de femme ;

Voix de poitrine et voix de tête ;

Fifres et tambours ;

Cordes et bois.

Chacun d'eux fait contraste à l'autre par l'ensemble de ses harmoniques. Ils embrassent à deux des champs opposés et complémentaires de l'émotivité acoustique. Ils représentent des timbres complémentaires, aux réflexes également complémentaires et se renforçant l'un l'autre.

« Pourquoi, me demandait il y a peu de jours une personne atteinte de surdité, est-ce que, ne pouvant distinguer les articulations de la voix humaine dans les conditions habituelles de la conversation, je les distingue bien, au contraire, dans un wagon de chemin de fer en marche ? » En voici l'explication. La voix humaine, surtout celle de note un peu élevée, contraste avec le grondement ordinairement plus grave du train, et ces deux notes s'exaspèrent mutuellement comme le rouge sur le vert. J'ai eu l'occasion de contrôler ce phénomène tout récemment en compagnie d'un musicien et d'en noter avec lui les évolutions. Nous étions quelques-uns à causer et prêtions attention aux modulations des voix. Nous avons noté d'abord ce fait très frappant qu'à tous les changements des bruits du train par l'entrée dans un tunnel et par sa sortie, par le passage dans une tranchée, entre des maisons ou autrement, nos intonations changeaient d'elles-mêmes, prenant un caractère tantôt plus grave et tantôt plus aigu. Spontanément et poussées par le seul besoin d'être entendues, nos voix s'élevaient ou s'abaissaient, en contraste toujours avec le fond auditif représenté par le bruit du train. Et

quand, par hasard, inattentifs, nous n'avions pas changé de note, gardant dans le tunnel la note du moment précédent, alors nous nous en apercevions à un sentiment de fatigue causé par la nécessité de parler plus fort pour nous faire entendre.

Le provincial fraîchement débarqué dans la grande ville se reconnaît à son parler bruyant. On le taxe d'homme mal élevé et l'on a tort, car, s'il parle haut, c'est pour obéir au seul besoin de dominer le bruit de la rue. Peu à peu seulement, il apprend qu'à employer les modulations contrastantes, il rend sa voix distincte, même en parlant bas, et alors il est le premier à en user.

Théorie de la musique.

Helmholtz, en son classique exposé des causes physiologiques de l'harmonie musicale, s'est attaché essentiellement à l'étude physique des sons et combinaisons de sons qui provoquent cette harmonie. Ce n'est que la face externe du problème physiologique de la musique ; nous avons tenté d'en présenter la face interne ou psychologique, en considérant non plus seulement les sons, mais les courants nerveux nés de leur choc sur la rétine cochléaire. Dans les combinaisons de ces courants et dans les émotions terminales soulevées par eux, dans notre entendement, réside le problème réellement physiologique de l'harmonie musicale.

En réalité, la musique consiste élémentairement dans la rupture et le rétablissement artificiel ou spontané de l'équilibre entre les foyers de l'émotivité auditive, et l'art de la musique est celui de les provoquer et de les résoudre conformément aux lois mécaniques de l'harmonie ou lois d'articulation et d'association des courants nerveux. *La*

musique est l'art de provoquer la rupture de l'équilibre auditif et d'en résoudre le rétablissement.

Leibnitz avait dit : « La beauté de la musique ne consiste que dans les convenances des nombres et dans le compte dont nous ne nous apercevons pas, et que l'âme ne laisse pas de faire des battements ou vibrations des corps sonnants qui se rencontrent par certains intervalles. »

La même idée, reprise plus tard, a été exprimée avec plus de réserve et plus de justesse par Helmholtz (*Conférences sur les causes physiologiques de l'harmonie musicale*, Félix Alcan, éditeur).

« Je me suis toujours senti attiré, dit Helmholtz, par la mystérieuse union des mathématiques à la musique, par l'application de la science la plus abstraite et la plus logique à l'étude des sons, aux bases physiques et physiologiques de la musique, de tous les arts le plus immatériel, le plus vaporeux, le plus délicat, celui qui nous fait éprouver les sensations les plus incalculables et les plus indéfinissables. La base fondamentale est une espèce d'application des mathématiques; dans les intervalles musicaux, dans la gamme, etc., les rapports de nombres entiers (quelquefois même de logarithme) jouent un rôle important. Les mathématiques et la musique, les deux modes d'activité intellectuelle les plus opposés qu'on puisse imaginer, ont une liaison intime, se secourent mutuellement, comme si elles devaient prouver la liaison mystérieuse qui apparaît dans toutes les manifestations de notre esprit, et qui nous fait soupçonner jusque dans les œuvres du génie artistique l'action cachée d'une intelligence qui raisonne. »

On sait ce qu'il faut entendre par cette intelligence qui raisonne : une distribution spontanée des courants entre

les foyers nerveux, en raison des tensions et des résistances. A cette réserve près, nous acceptons le parallèle ainsi établi entre la musique et les mathématiques. Le musicien compositeur pose, poursuit et résout les problèmes d'harmonie, ainsi que fait l'ingénieur quand il développe en formules le fonctionnement des machines. Il pourrait tout aussi bien, au lieu du langage musical, emprunter les conventions de l'arithmétique ou de l'algèbre. Mais, musicien ou ingénieur, nul ne fait que traduire par des images les jeux et opérations mécaniques des forces qu'il considère. N'avons-nous pas appris que le mathématicien lui-même, qui croit jongler avec des abstractions extraphysiques, ne fait que relever et figurer les évolutions toutes physiques dont il est personnellement le théâtre et l'objet.

Finalement, et à tout bien considérer, les mathématiques et la musique ont pour parenté d'être toutes deux des jeux harmoniques de la pensée, et la proposition de Leibnitz a le même à-propos ou la même vérité que la proposition inverse : « Les mathématiques ainsi que toutes les harmonies peuvent être appelées, par extension ou comparaison, une *musique.* »

III

GRADATIONS DE L'OUEUR.

Gradation progressive.

Nous possédons, dans le cri et le chant des animaux, un moyen d'augurer de leur perception auditive. Sans doute, la solution n'est pas péremptoire, mais il y a beaucoup à parier que les facultés d'émission marchent de pair avec

les facultés de perception. J'en juge par le cas de l'homme.

Voici d'abord le chant du grillon et celui de la cigale, très correctement rythmés, mais sur une note de hauteur toujours la même. Ils représentent la première étape, celle où les sujets, aptes à saisir les valeurs avec leurs nuances d'intensité, de temps et de lieu (la cigale et le grillon reconnaissent la direction de provenance des bruits qui les menacent), sont inaptes à distinguer les hauteurs. Leur cas est l'homologue du protochroïsme en couleur.

En revanche, voici le coassement de la grenouille sur deux notes en tierce. Deux notes, un seul accord; je pense immédiatement au système dichroïque des daltoniens métachroïques, et je crois que la ressemblance frappera tout le monde.

Nous avons ensuite le chant des oiseaux. Ici les accords évoluent dans l'espace d'une octave, ou à peu près comme font les teintes de la couleur dans le plein développement de ce sens ou pléochroïsme.

L'homme vient enfin, dont la voix possède trois octaves, en comprenant la voix de tête, sans compter les sons du sifflet et le jeu de tous les instruments qu'il sait confectionner, dont on a énuméré plus haut (art. I) la remarquable étendue. Les oueurs de l'homme représentent donc une étape suprême, dépassant de beaucoup en étendue, sinon en délicatesse, les richesses du sens de la vue la plus affinée.

On observe parmi les hommes des sujets arrêtés dans leur développement, comparables aux grenouilles et aux grillons, véritables daltoniens protochroïques ou métachroïques de l'oueur. Voici à ce sujet un fait d'observation personnelle emprunté à mes souvenirs de collège.

On nous donnait, au collège, des lecons de solfège avec exercices de chant. Or, parmi mes condisciples, il y en

avait un, le meilleur et le premier dans toutes les branches, à qui l'on n'avait jamais pu faire donner de la voix, ni reconnaître de l'oreille un accord quelconque. Ces leçons ont duré six années ; mon camarade connaissait la théorie du solfège mieux que nous tous et, toujours, il était impuissant à le chanter. Au commencement de chaque année scolaire, le professeur le prenait à part et tentait avec lui de nouveaux efforts, toujours vains. J'entends encore ces essais. Il élevait l'intensité de sa voix ou la diminuait, mais restait sans cesse sur la même note absolument incapable d'une suite qui ressemblât à une gamme quelconque des hauteurs. Le timbre était une voix moyenne de baryton, il avait donc mué (je ne l'ai pas connu avant cette époque). L'ouïe était, du reste, sensible aux moindres intensités du chuchotement. Je le sais, ayant été pendant deux années assis à côté de lui et ayant fort chuchoté à son oreille. Déjà, à cette époque, le cas de mon camarade m'avait frappé, si bien que, lorsque, plus tard, je le sus devenu orateur : Bon, me dis-je, mais comment *fait*-il pour émouvoir son auditoire avec l'unique note de son clavier. Oh ! je ne parierais pas aujourd'hui, après trente années et sur mes seuls souvenirs, qu'il ne possède réellement qu'une note ; mais, je le crois fermement, et j'ai gardé de lui le souvenir d'une parfaite cigale monocorde ; il me pardonnera cette comparaison, sachant combien la cigale, de son monotone discours, sait éveiller, par les harmonies dont la nature l'a entourée, de chansons douces au cœur des hommes.

Mon camarade serait donc un parfait protochroïque de l'oueur. Je veux taire son nom de peur qu'on ne le prenne, comme on a pris celui de Dalton pour en faire le daltonisme. Il pourrait me le reprocher, n'ayant pas les mêmes titres que Dalton à l'immortalité scientifique.

Cet exemple me fait présumer que les cas de ce genre peuvent ne pas être tout à fait rares, et c'est là un sujet dont l'étude mérite d'être entreprise. Il doit y avoir des protochroïques de l'oueur comme la cigale, des dichroïques comme la grenouille ; peut-être existe-t-il des trichroïques à une seule octave comme les oiseaux ; le pléochroïsme comprend enfin, avec les trois teintes fondamentales de la gamme divisionnaire, les multiples octaves que nous savons entendre et chanter ou jouer.

Dégradation de l'oueur.

Les déchéances comprennent naturellement des suppressions et des obnubilations.

Les *suppressions* appartiennent aux pertes lacunaires de la connaissance comprises dans l'histoire de l'aphasie corticale. La perception des accords pourra disparaître comme nous avons vu manquer les teintes de la couleur. On cite surtout des lacunes empêchant la perception des mots comme tels alors que pourtant les sons en sont très bien perçus. Et, dans cet ordre, on cite la disparition de certains mots avec conservation de certains autres. Le fait est d'autant plus frappant que la perception des mêmes mots peut être conservée intacte dans le champ de la couleur et que, méconnus lorsqu'on les prononce, les mots continuent à être compris lorsqu'on les lit.

Les *obnubilations* sont, comme toujours, de deux sortes, suivant qu'elles portent sur les organes nerveux de transmission ou sur ceux d'impression. A la première de ces deux catégories appartient la surdité nerveuse du tabes, homologue de l'amblyopie du tabes, de l'alcoolisme et de l'hystérie. La deuxième comprend toutes les surdités symptomatiques des lésions de l'oreille elle-même.

CHAPITRE IV.

DES SENTIMENTS.

L'ensemble des harmonies considérées jusqu'ici représente le champ de la sensorialité. Les émotions de ce domaine portent plus spécialement le nom de *sensations*, un terme que nous connaissons déjà par son application générale, mais qui prend une couleur d'espèce quand on l'oppose aux sentiments et que nous pouvons remplacer, pour éviter la confusion, par celui de *sensualités*.

Il reste à expliquer les harmonies du champ de la sentimentalité appelées du nom commun de *sentiments*.

Les sentiments sont les harmonies suprêmes nées du choc des sensualités.

Ces harmonies emplissent le plan intellectuel supérieur, champ ultime de la connaissance.

Elles représentent l'appareil automatique de grande régulation individuelle.

I

LES SENTIMENTS OU HARMONIES DES HAUTEURS DE SENTIMENTALITÉ.

Genre 1 (unités) : échelle des hauteurs.

J'éprouve un certain embarras à expliquer en quoi résident les hauteurs de sentimentalité et surtout à en déterminer l'échelle. Aucun phénomène simple de physique

externe ne peut être invoqué comme leur étant plus ou moins parallèle à la manière de la vitesse des radiations lumineuses ou sonores. Cela se comprend, les impressions de l'ordre des sentiments appartiennent à une rétine profonde et bien trop éloignée des contacts extérieurs.

Néanmoins, comme les hauteurs du domaine de la sensualité, celles de la sentimentalité ne peuvent que représenter les degrés de tension des courants nerveux issus des impressions de sentiment.

Nous disons de certains sentiments qu'ils nous dépriment, et d'autres qu'ils nous relèvent. La dépression du sentiment répond aux tensions faibles ou défaillantes, l'élévation est le phénomène contraire.

Le mécanisme des hauteurs de sentimentalité, conforme à celui des hauteurs de sensualité, doit être expliqué comme celui d'une intelligence suprême, douée comme ses congénères des fonctions d'impression, d'intellection et d'expression. L'appareil de cette intelligence, autre rétine superposée aux précédentes, subit, comme autant d'impressions, les courants produits par les harmonisations premières. L'intellection les scinde et les distribue suivant la loi des tensions et des résistances, pour les réfléchir ensuite en expressions récurrentes sensorielles et motrices.

Genre 2 : teintes.

Un sentiment isolé ne saurait avoir de caractère harmonique, il ne l'acquiert que par le contact avec d'autres, empruntés à la réalité actuelle ou à la mémoire. L'enfant élevé dans une prison et qui n'a pas le souvenir d'une vie en liberté n'éprouve pas le sentiment de la réclusion, qui sera, au contraire, subitement déterminé après une

échappée au grand air. C'est toujours le même fait de la teinte disparaissant dans un milieu lumineux monochrome, que nous avons pris pour type successivement dans tous les domaines de l'harmonie.

Tandis que les harmonies des hauteurs de la couleur et de l'oueur ont été trouvées réductibles à trois teintes ou accords fondamentaux, la sentimentalité n'en offre que deux, elle est *dichroïque* comme la couleur du daltonisme, comme la chaleur et le froid. Cela n'empêche pas les sentiments d'être pourtant extrêmement variés, et cet exemple doit être une consolation pour les daltoniens que l'on a le tort de plaindre outre mesure, les croyant absolument privés des harmonies de la couleur.

Les deux teintes fondamentales du sentiment ont nom *le plaisir* et *la peine*. Il n'en existe pas d'autre, et il paraît impossible d'en concevoir.

Le plaisir et la peine sont complémentaires. Ils s'équilibrent dans *l'indifférence*, qui est le « blanc du sentiment ».

Pourquoi la sentimentalité demeure-t-elle éternellement dichroïque, jetant comme un défi à l'universel progrès? Ou plutôt que signifie la dichroïcité des sentiments que l'on voit se dresser avec l'apparence d'un fait imperturbable, inhérent à la nature même du phénomène?

Cela signifie que les sentiments évoluent tout au sommet dans l'échelle ascendante ou hiérarchie des harmonies.

Pour le bien saisir, il est indispensable d'avoir présente à l'esprit la solution mécanique du problème de l'harmonie, telle que nous l'avons rencontrée jusqu'ici : une émotion éveillée en un foyer supérieur par la confluence de plusieurs émotions. Cette solution est évidemment possible aussi longtemps qu'il se trouve dans la connaissance des foyers supérieurs à éveiller, et il y en a d'autant plus

que l'intelligence du sujet est plus développée. Mais quel que soit le degré de l'intelligence, la hiérarchie des harmonies a nécessairement un terme. Il vient un moment où la marche ascendante doit s'arrêter en des foyers ultimes d'où partent les dernières réflexions, et après lequel il n'y a plus de confluence ascendante.

Dans de pareilles conditions, ce que nous appelons *harmonie* ne peut plus résider que dans l'articulation ou la relation des moments successifs à l'intérieur de l'ultime foyer ou dans *les variations de l'émotion terminale.*

Je n'entends pas dire que les sentiments n'aient à leur disposition qu'un foyer uniloculaire. L'uniloculárité des sentiments est loin de ma pensée. Je sais, au contraire, qu'il est des sentiments dans tous les domaines de l'intelligence, ou, si l'on veut, des plaisirs et des peines différents attachés aux divers mouvements de notre connaissance.

Quelles sont maintenant les variations ou modalités de l'émotion terminale qui représentent les sentiments?

Songeons, pour répondre à cette dernière et importante question, que, au lieu de plaisir et peine, l'on dit souvent *plaisir* et *déplaisir*. Songeons encore que le plaisir accompagne également le passage d'une sentimentalité basse à une sentimentalité plus élevée, et aussi la détente d'une sentimentalité exagérée. L'inverse est vrai du déplaisir. Le plaisir est, en conséquence, tantôt un accroissement de hauteur et tantôt une diminution, plus souvent sans doute un accroissement.

En résumé, et telle est notre conclusion concernant ce sujet, les teintes de la sentimentalité résident dans les seules relations entre les hauteurs des moments successifs des émotions de l'échelle ultime : dans les variations de hauteur émotionnelle du domaine suprême de la con-

naissance, qui est par excellence celui de la sentimentalité.

La mémoire joue, enfin, un rôle important dans le jeu harmonique des sentiments. Quand les émotions se succèdent sans intervalle, la mémoire, encore fraîche, fournit un courant de dépolarisation puissant. Ce courant diminue en intensité avec le temps, et cela fait que la joie comme la douleur s'usent par l'habitude.

Genre 3 : nuances.

Les assemblages de sentiments sont, ainsi que toutes les harmonies de cette catégorie, des similitudes et des contrastes.

Similitudes. — Des sentiments du reste identiques, mais différents par la diverse graduation de l'un de leurs éléments, composent les assemblages ou nuances de similitude. On en connaît d'intensité, de saturation, de temps, de pénétration et d'expansion.

Nuances d'intensité : L'échelle des intensités est marquée dans toutes les variétés du sentiment. Elle va du simple plaisir à la volupté et du minime déplaisir ou mécontentement à l'âpre souffrance.

Nuances de saturation : Notre existence se déroule au milieu de sentiments multiples qui d'ordinaire vont se neutralisant les uns les autres en une note générale d'indifférence. Quand un sentiment émerge, c'est que par son intensité momentanée et l'effacement proportionnel des autres, sa teinte acquiert un degré de suffisante saturation. L'extrême saturation est dans un sentiment comparable à l'unisson dans lequel tout se fond et s'efface jusqu'à provoquer l'oubli de soi-même, bien connu de la douleur comme de l'extase.

Nuances de temps : Les émotions nombreuses et variées qui contribuent à produire un sentiment n'arrivant pas simultanément à la connaissance, il en résulte une période de préparation ou *pressentiment.*

A la période de préparation succède une *période d'état* qui est le temps de la pleine évolution ou pleine émotion d'un sentiment.

A celle-ci enfin succède la période de déclin et d'extinction qui est en même temps celle du retentissement universel sur l'individu, d'écho lointain ou de *ressentiment.*

L'attente, le désir, l'espoir sont les pressentiments du plaisir ; l'appréhension, la crainte et l'effroi sont ceux de la peine. La surprise et l'étonnement marquent l'absence de tout pressentiment.

Le plaisir, la gaieté, la joie sont les nuances d'état du plaisir ; le déplaisir, la tristesse, la souffrance sont celles de la peine.

Enfin, la satisfaction et le contentement sont les ressentiments du plaisir, le regret et le désespoir sont ceux de la peine.

Nuances de pénétration : On distingue encore les sentiments par leur superficialité et par leur profondeur. Un sentiment superficiel est celui qui disparaît sans laisser de traces ; un sentiment profond marque dans les annales de l'individu pour revivre au moindre appel. Cette nuance indique la quantité de polarisation laissée derrière elle par l'onde harmonique supérieure, son tribut payé à la mémoire. Les sentiments diffèrent entre eux quant à leur puissance polarisatrice, et l'intensité importe moins à ce point de vue que la saturation. On oublie, en effet, bien vite certains plaisirs et certaines douleurs vives mais mélangées de sentiments variés, tandis que l'on en retient de beaucoup moins intenses plus purs de mélange.

Nuances d'expansion : Il est enfin communément question de l'étroitesse ou de la largeur des sentiments. Trois degrés sont bien nettement caractérisés à ce point de vue et marqués dans le langage.

Au premier degré appartiennent les sentiments nés des relations de l'individu avec lui-même comprenant les plaisirs et les peines « égoïstes » du *bonheur* et du *malheur*.

Au deuxième degré répondent les sentiments qui accompagnent les relations de l'individu avec ses semblables où se trouvent toutes les nuances de l'*amour* et de la *haine*.

Le troisième et suprême degré enfin correspond aux sentiments qu'éveillent en nous les relations des événements et des êtres entre eux : le *beau* et le *laid*, le *vrai* et le *faux*, le *juste* et l'*injuste*.

CONTRASTES. — *Contrastes spontanés :* Un sentiment quelconque éveille inévitablement la pensée de son contraire. La preuve en est dans l'inséparable liaison qui en unit les locutions dans notre mémoire. Est-il besoin de citer des exemples : plaisir et peine, bonheur et malheur, bonté et méchanceté, louange et blâme, désir et satisfaction, etc., etc. ? Appelez autant de sentiments que vous en pourrez imaginer, et toujours la même vérité apparaîtra sous le couvert de termes désignant des sentiments exactement complémentaires, c'est-à-dire se neutralisant par le mélange en une teinte grise d'indifférence. Ce phénomène entièrement spontané est l'expression évidente d'une récurrence nerveuse identique à celle qui explique les contrastes en général.

Contrastes frappés : Un moraliste veut-il faire ressortir la noirceur d'un sentiment, il appelle à son aide, en l'éveillant par une image, le sentiment contraire ; c'est ainsi qu'il obtient des effets analogues à ceux du compo-

siteur lorsque celui-ci fait chanter brillamment une voix en l'accompagnant de ses contrastes, et à ceux du peintre lorsqu'il allume un ton en l'entourant de ses complémentaires. Je rappelle que l'accroissement d'effet ainsi produit est expliqué en couleur et en acoustique par la superposition réciproque des notes d'un côté avec les réflexes de l'autre (p. 68, 116 et 386). La même explication s'impose pour le sentiment.

II

LES GRADATIONS DE LA SENTIMENTALITÉ.

Gradation progressive.

De grandes différences existent entre les êtres animés au point de vue du développement des sentiments et la gradation peut en être établie avec facilité.

Les harmonies primitives de teinte : le plaisir, la peine, l'indifférence, sont l'apanage de toutes les individualités, si rudimentaires soient-elles.

Quant aux nuances d'intensité, elles sont également communes à toutes les catégories d'individus ; car, cela est évident, les émotions du sentiment le plus rudimentaire varient en intensité aussi bien quc eelles du sentiment le plus élevé.

Mais ici s'arrête le lien commun à toutes les individualités.

Les animaux inférieurs ignorent sans nul doute les nuances de saturation que seule rend possibles la multiplicité des compositions harmoniques élevées.

Les subtilités de l'attente et du contentement, en un mot, les nuances de temps, cèdent pour les mêmes êtres

devant les brutalités des convoitises immédiates et de la jouissance. Les perfectionnements de la mémoire, et avec eux les profondeurs de la pénétration, vont également grandissant avec les différenciations d'une organisation supérieure.

C'est surtout enfin dans le champ des nuances d'expansion que l'on observe une gradation très caractérisée, et en voici l'aperçu.

1° Les sentiments égoïstes du bonheur et du malheur, avec leurs variétés, se développent en raison de l'affinement des sens ; ils sont multipliés par les progrès de la motilité individuelle et la variété des milieux qui en est la conséquence. Les sentiments égoïstes de l'huître fixée à son rocher sont en retard sur ceux du poisson qui nage et ceux du poisson en retard sur ceux de l'oiseau qui, sachant à la fois nager et voler, a sondé les profondeurs de l'air comme celles de l'eau.

2° Les sentiments sociaux : amour et haine, croissent avec la facilité et la multiplicité des relations entre les individus. Comparez à ce sujet l'abeille ou la fourmi avec les espèces solitaires, l'homme des bois avec le citadin, la différence est énorme.

3° Le progrès ultime réside, sans contredit, dans les nuances d'expansion de la troisième catégorie, celles qui naissent, par l'effet, sur l'individu, des relations extérieures. Le vrai et le faux, le beau et le laid, le juste et l'injuste, le bien et le mal, en sont les termes absolument généraux. Mais les perfectionnements en ce domaine n'ont pas de limite, ils suivent les progrès de la science, de l'art et des mœurs ou de la législation, un champ dans lequel l'espèce humaine présente une supériorité incontestée et dans lequel aussi, il y a, entre les hommes, des différences marquées de races, de peuples et d'individus.

L'antique Grèce a brillé, à ce point de vue, d'un éclat merveilleux ; la plus pure gloire de notre pays est dans ses efforts pour en renouer la tradition.

Dégradation des sentiments.

On connaît aussi une dégradation des sentiments et celle-là fait l'objet de la pathologie mentale.

Des *obnubilations* générales y représentent l'amblyopie de la couleur. Elles sont caractérisées par la disparition progressive des sentiments dans l'ordre de leur développement. Le type en est fourni par les excès de la pression exercée sur la masse de l'encéphale, soit par du sang épanché, soit par de la lymphe en excès, soit même par des tumeurs. Les sentiments du beau et du laid, du vrai et du faux, du juste et de l'injuste, etc., disparaissent d'abord, et nous disons des sujets qu'ils sont indifférents aux choses extérieures ; ceux de la sociabilité s'éteignent ensuite et l'on dit que le malade ne reconnaît plus les personnes ; enfin le coma survient, dans lequel les sentiments égoïstes du bien-être et son contraire sont à leur tour étouffés. Les sentiments ont alors complètement disparu avec tout fonctionnement de l'intelligence supérieure.

Les *altérations* proprement dites du sentiment sont de deux sortes : d'exaltation et de dépression ; on les appelle *manie* et *lypémanie* (ou *mélancolie*) ; elles répondent aux exagérations de la sentimentalité dans les deux directions, celle du plaisir et celle de la peine.

III

LA FONCTION RÉGULATRICE DES SENTIMENTS.

Tout le monde connaît le petit appareil annexé comme régulateur aux machines à vapeur. Je le rappelle en deux mots pour ceux qui l'auraient oublié.

Deux boules, aux extrémités d'un parallélogramme, sont mises en mouvement de rotation par la pression de la vapeur ; la force centrifuge les écarte quand la vitesse augmente ; leur poids les rapproche, au contraire, quand la vitesse diminue. Cet appareil est un organe de suprême régulation annexé au tuyau d'amenée de la force. Il le ferme par le moyen d'une valve quand la vitesse augmente, il l'ouvre quand elle baisse. Or, le mouvement des machines à vapeur tend sans cesse tantôt à s'accélérer, tantôt à se retarder, soit parce que la tension de la vapeur varie dans le générateur, soit parce que le nombre des machines-outils auxquelles le mouvement est transmis est plus ou moins considérable. Le régulateur automatique à force centrifuge assure la continuité de l'action, quelle que soit la quantité de force produite et de force dépensée ; il évite les arrêts qu'un surcroît de travail provoquerait inévitablement et les courses folles qu'un allègement de travail produirait non moins inévitablement. Son moyen est l'accroissement ou la diminution de la force par un artifice emprunté au jeu de cette force même.

Une régulation analogue appartient à la pensée individuelle. Nous voyons l'individu passer, en effet, du repos relatif dans le sommeil à l'activité la plus intense, mettre en œuvre et abandonner alternativement les nombreuses machines-outils dont il dispose, user sa force en tout

moment au gré des résistances, affirmer, en un mot, par les faits, le jeu très aiguisé d'une fonction régulatrice automatique générale et commune à toutes ses parties. Cette fonction se révèle dans les sentiments, mobiles universels de nos actions, régulateurs suprêmes de l'activité individuelle.

Le mécanisme de cette régulation réside dans les effets moteurs de l'harmonie ; son type élémentaire est dans le mouvement réflexe automatique de retrait imprimé aux membres par la douleur et dans le mouvement d'attraction non moins automatique et réflexe imprimé aux mêmes membres par l'appât de la jouissance. Le recul devant le mal et l'attrait vers le bien sont des expressions réflexes de l'ordre des contrastes spontanés.

Voyez l'animal fuyant devant l'ennemi qui menace de le dévorer ; tous ses mouvements, si compliqués cependant, sont les expressions réflexes du sentiment égoïste de conservation individuelle et de la peur qui en dérive.

Voyez, d'autre part, l'animal poursuivant sa proie et le jeu des mouvements variés où l'entraînent le désir et le besoin de satisfaire son appétit. Tous ces mouvements sont des réflexes moteurs ou expressions réflexes des sentiments.

Tout cela représente un jeu extrêmement étendu et qui comprend, en somme, la motilité individuelle tout entière, consacrée par l'expression : « Le sentiment fait agir. »

La mémoire joue ici un rôle des plus importants, car les expressions des sentiments sont, pour une très grande partie, des réflexes différés (voir chap. I de ce livre). Les points de départ sont seuls des réflexes immédiats. Soit, par exemple, pour un animal, la vue de la proie ; c'est un réflexe immédiat que celui qui sollicite le premier mouve-

ment pour la saisir. Mais que cette proie échappe, alors voici des mouvements de toutes sortes, dans lesquels il n'est plus possible de distinguer le caractère du réflexe immédiat; on y reconnaît, au contraire, la mise en jeu du souvenir. L'expérience antérieure a polarisé ses effets, et c'est une mine que l'émotion actuelle fait éclater.

La rupture de l'équilibre apportée par les premiers accords d'une exécution musicale provoque, disions-nous, une série d'opérations nerveuses fort complexes, possibles à représenter seulement en langage mathématique. Eh bien, il en est de même de toute notre activité psychique. Les faits extérieurs sont les notes frappées par l'orchestre infiniment varié qui nous entoure, et nous sommes la machine à calculer infiniment perfectionnée que cet orchestre ébranle. D'engrenage en engrenage ou d'harmonie en harmonie, elle se met en mouvement tout entière, est réglée en toutes circonstances par les sentiments et se meut jusqu'à atteindre le repos ou l'équilibre, solution sans cesse poursuivie d'un problème que seule la mort vient à résoudre.

*

Marcheur, qui péniblement avez gravi avec moi les sentiers de la montagne, arrêtez-vous, nous voici parvenus au col d'où l'on embrasse dans toute son imposante grandeur le glacier géant avec lequel nous voulons, en terminant, comparer l'individu.

La masse du glacier lui-même représente la force nerveuse, ses écoulements sous les ardeurs du soleil en figurent les émotions.

La distribution des ruisseaux sur les coteaux et dans

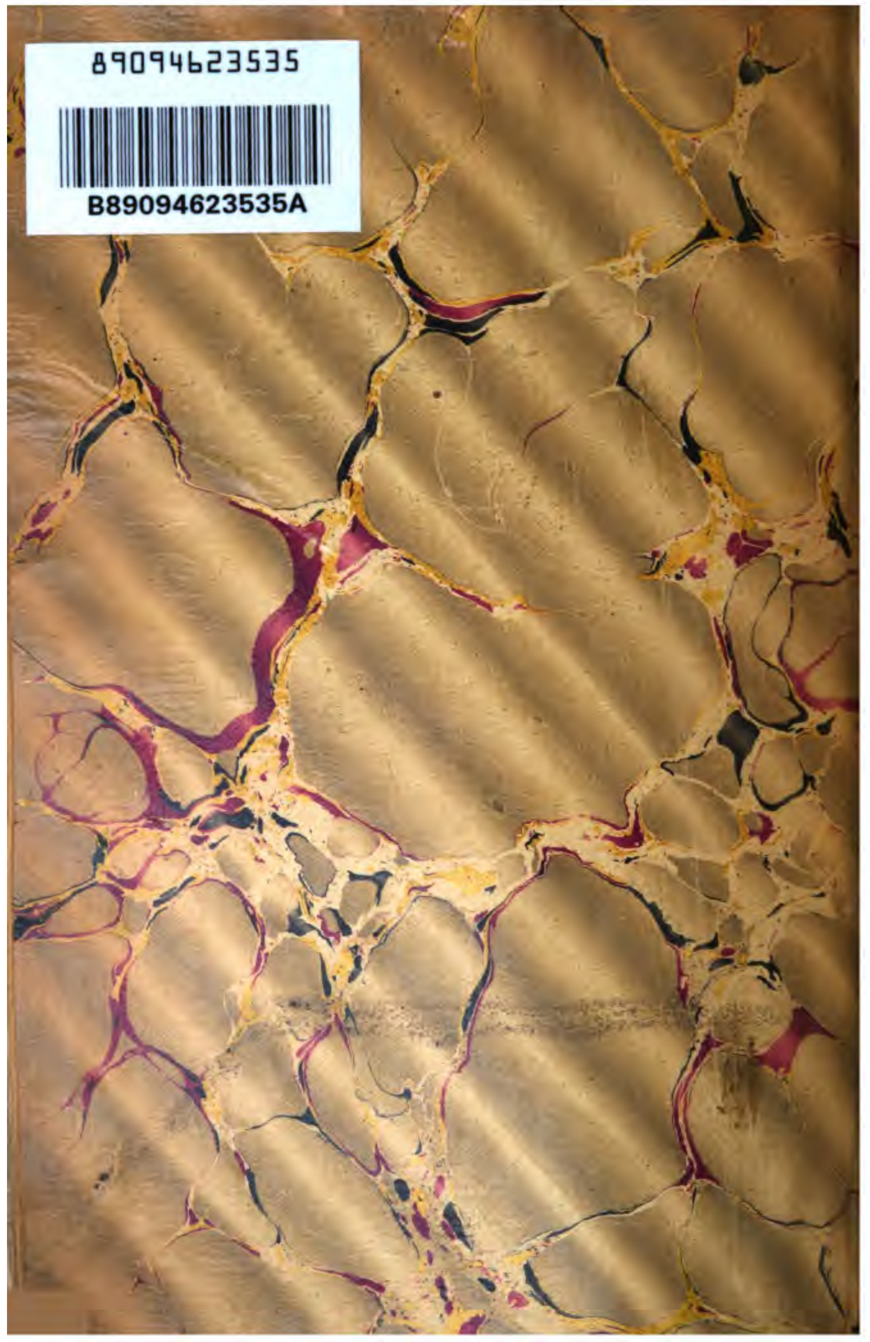
les vallons, au gré des pentes ou des canaux tracés, simule l'intelligence fertilisante dont le développement est synonyme de richesse.

Enfin, le même soleil qui fait fondre les glaces évapore aussi les eaux écoulées. Il les reporte dans les hauteurs de l'atmosphère d'où elles tombent en neige pour reconstituer les pertes du glacier. C'est le mécanisme équilibrant sans lequel la plaine serait morte ou d'inondation ou de sécheresse.

De même, sans harmonie dans l'intelligence, l'individu ne saurait vivre, embarrassé d'abord, puis inondé d'impressions sans cesse accumulées, ou bien asséché faute d'impressions qu'il n'a pu recueillir.

INDEX

Paris. — Typographie A. HENNUYER, rue Darcet, 7.



89094623535
B89094623535A




89094623535
b89094623535a